Mauro Salvemini

Introduzione alle tecniche automatiche di rappresentazione

COMPUTER GRAFICA

Gruppo Editoriale Jackson

Computer Grafica
Introduzione alle tecniche
automatiche di rappresentazione

© *Jackson Italiana Editrice*
Milano

Prima edizione 1982

Progetto grafico e copertina
Sergio Vezzali

Stampa: Alberto Matarelli - Milano

Mauro
Salvemini

Computer Grafica

Introduzione
alle tecniche automatiche
di rappresentazione

Gruppo Editoriale
Jackson

a Giovanni e Iolanda

Questo libro è nato con la collaborazione di molti e per gli ostacoli posti da alcuni.
L'università italiana nella quale opero come docente e ricercatore da circa dieci anni mi ha aiutato nell'impresa insegnandomi tramite processi negativi e positivi che cosa fare e che cosa non fare.
La ricerca e studio presso le università americane mi hanno insegnato che è bella non la competizione ma "challenge", la sfida applicata al processo di conoscenza e di scoperta.
La commissione Scambi Culturali Italia-Stati Uniti mi ha enormemente aiutato sia sponsorizzando la mia permanenza negli Stati Uniti sia mostrando grande fiducia nei giovani.
Il mio amico ed ottimo ricercatore Ray Masters mi ha introdotto a questa disciplina.
Desidero ringraziare coloro che di seguito elenco:
Cipriana Scelba, prof.
Patrick Quinn, prof.
Eugenio Battisti, prof.
George McMurtry, prof.
Sergio Vezzali, graphic designer
Umberto Florean, dr.
Alcune tra le più specializzate istituzioni di ricerca nel campo della computer grafica hanno collaborato alla stesura di questo volume, in alcune di esse ho avuto modo di spendere mesi di lavoro e di ricerca, desidero perciò ringraziare:
ORSER (Office of Remote Sensing of Earth Resources - The Pennsylvania State University - USA)
Computation Centre (The Pennsylvania State University - USA)
Department of Architecture (The Pennsylvania State University - USA)
School of Architecture RPI (Rensselear Polytechnic Institute - USA)
Architecture Machine Group - MIT - USA
Laboratory For Computer Graphics and Spatial Analysis (Harvard - USA)
Image Processing Laboratory RPI (Rensselear Polytechnic Institute - USA).

Il presente lavoro è stato svolto dall'autore nell'ambito della sua attività di ricercatore presso l'Istituto di Architettura ed Urbanistica dell'Università de l'Aquila diretto da Elio Piroddi.

Sommario

Cap. 1° - Informatica e computer grafica

1.1 Informatica e computer grafica una veduta di insieme (p. 10)
1.2 La computer grafica ed il processo di immagine. (p. 21)
1.3 L'immagine nei sistemi informativi. (p. 36)

Cap. 2° - Computer grafica oggi

2.1 È conveniente usare la computer grafica? (p. 46)
2.2 Principali ed attuali applicazioni di computer grafica - Alcuni esempi. (p. 48)
2.3 Uno scenario a breve termine. (p 64)

Cap. 3° - Attrezzature di input

3.1 Il Digitizer (che cosa é - come é fatto - come funziona - a che serve) (p. 71)
3.2 Il Joystik (che cosa è - come è fatto - come funziona - a che serve) (p. 82)
3.3 La penna luminosa (che cosa è - come è fatta - come funziona - a che serve) (p. 85)
3.4 Il display sensibile al tatto (che cosa è - come è fatto - come funziona - a che serve) (p. 88)
3.5 Altre attrezzature di input (p. 90)
3.6 Attrezzature di input: conclusioni (p. 92)

Cap. 4° - Attrezzature di output

4.1 La stampante (che cosa è - come è fatta - come funziona - a che serve) (p. 103)
4.2 Il terminale video grafico (che cosa è - come è fatto - videografico a colori) (p. 112)
4.3 Il plotter (che cosa è - come è fatto - come funziona e a che serve) (p. 126)
4.4 Le attrezzature di output: il piacere di utilizzarle (p. 134)
4.5 L'ergonomia della computer grafica interattiva (p. 139)

Cap. 5° - La rappresentazione nel piano e nello spazio.

5.1 Come costruire una immagine bidimensionale: le primitive grafiche (p. 150)
5.2 Le trasformazioni nel piano (p. 154)
5.3 Le trasformazioni tramite matrici sul piano (p. 156)
5.4 L'effetto finestra (p. 158)
5.5 La matrice delle trasformazioni nello spazio 3D (p. 160)
5.6 La restituzione assonometrica (p. 162)
5.7 La restituzione prospettica (p. 164)

Alcune note sulle matrici (p. 166)

- Glossario (p. 167)

- Bibliografia (p. 169)

Prefazione

L'introduzione dei computers, trent'anni fa, avvenne promettendo tutta una serie di applicazioni che nella realtà non furono mai realizzate, dal momento che quei calcolatori avevano costi troppo elevati perché potessero essere applicati a situazioni di varia e generica natura. Nell'ambito dei settori che potevano sfruttare al massimo le risorse di *quei* calcolatori, non fu un caso che alla fine vennero individuati gli ambienti scientifici, per i quali andava benissimo una macchina che nella sostanza era in grado di svolgere un'enorme quantità di calcoli in tempi brevissimi. Solo successivamente si ebbe l'allargamento a quelle applicazioni che vennero chiamate "gestionali". Orbene, questo tipo di utenza, e cioè l'utenza scientifica e quella gestionale, rappresenta a tutt'oggi il campo più esteso dell'applicazione del calcolatore, e come tale ha notevolmente condizionato lo sviluppo hardware e software dei calcolatori: basti pensare ad esempio alla natura dei più diffusi linguaggi di programmazione, quali il COBOL, il FORTRAN, il BASIC, etc.
In quest'ultimo decennio, comunque, le direttrici lungo le quali si sta sviluppando il settore calcolatori tendono a cambiare. La causa fondamentale è da individuare nella riduzione dei costi hardware, dovuta ad innovazioni tecnologiche di cui l'elevata capacità d'integrazione dei circuiti elettronici è il segno più evidente. Questo ha permesso di riprendere il vecchio sogno del calcolatore in grado d'intervenire capillarmente nella società: per quanto le realizzazioni attuali siano ancora lontane da questo sogno, è comunque certo che stiamo vivendo una seconda rivoluzione informatica.
Di questa rivoluzione le avvisaglie sono numerose; in esse rientra senz'altro il personal computer, in quanto antesignano di un nuovo modo di utilizzare il calcolatore: il personal computer sintetizza in un modo decisamente imperfetto e limitato tutta una serie di prodotti specifici, e comunque indica in maniera chiara ciò che ci si aspetta dal calcolatore.
È in questo scenario innovativo che quindi bisogna vedere la computer grafica: allargando ancor più il giro d'orizzonte, si può dire che la computer grafica si pone nel contesto più generale del trattamento dell'informazione, avendo individuato nell'immagine un contenuto informativo che è possibile elaborare. Con queste premesse la computer grafica esprime un ulteriore strumento volto a gestire quella che è chiamata "l'esplosione" dell'informazione: la quantità d'informazione cresce ormai con legge esponenziale, ma la quantità trattata tramite calcolatore è notevolmente minore. Affrontare questo problema in termini di computer grafica vuol dire quindi "inventare" un nuovo modo di utilizzare il calcolatore, o meglio nuovi strumenti informatici. Innanzitutto occorre definire che cosa nell'immagine costituisca un'informazione significativa, e come dovrebbe essere rappresentata per un'ulteriore ed efficiente elaborazione; occorre poi individuare un insieme di algoritmi e di operatori d'uso generale da far intervenire sugli attributi significativi dell'immagine; infine occorre riconsiderare il problema dell'interazione macchina-mondo esterno non solo in termini di dispositivi, ma anche in termini di modalità operative.
Questi sono alcuni temi che stanno alla base della Computer Grafica e, data la loro natura, è prevedibile che influenzeranno l'architettura dei calcolatori ad essa destinati; analogamente molti progetti sperimentali saranno condotti prima che il significato dell'utilizzo del calcolatore in questo campo emerga e sia compreso pienamente.
Quest'opera, con il suo rigore informativo e scientifico, si pone come fondamentale nel carente panorama italiano del momento; inoltre le informazioni e gli spunti contenuti nel testo contribuiranno certamente alla divulgazione ed alla formazione di idee nuove e feconde.

Marcello Montedoro

Avvertenze al lettore

Il volume è stato realizzato in maniera tale da permettere un agevole approccio alla computer grafica da parte di coloro i quali ne siano realmente interessati. I primi due capitoli sono capitoli generali e conducono l'utente del libro in un viaggio nel mondo della computer grafica. Pur avendo citato varie applicazioni ho privilegiato i campi che più mi si confanno per attività di studio, ricerca e professione. Gli esempi riportati e trattati più profondamente tengono comunque in conto la necessità da parte dell'utente-lettore di potere estrarre da essi cognizioni ed informazioni generali che possano essere applicate ed usate in campi di ricerca diversi.
Il terzo ed il quarto capitolo pongono l'attenzione sulle periferiche di input e di output poiché la loro conoscenza è considerata fondamentale per esercitare una corretta e proficua utilizzazione delle tecniche di computer grafica e di rappresentazione automatica. In questi capitoli sono stati esaminati tutti i più importanti tipi di periferiche, sono stati catalogati e ne sono state trattate le caratteristiche in modo tale da fornire all'utilizzatore quei parametri ed informazioni necessarie per compiere decisioni in funzione dei desiderata.
È stata prestata attenzione a come le periferiche vengono o dovrebbero venire utilizzate nell'ottica del miglioramento del rapporto persona-macchina.
L'ultimo capitolo fornisce al lettore interessato all'apprendimento delle tecniche di rappresentazione automatica i rudimenti basilari per l'approccio ad eseguire la manipolazione di semplici data-base grafici.
Nel testo è stato fatto largo uso di termini della lingua inglese in parte già entrati in quella tecnica italiana, per essi si rimanda al glossario.
Nella stesura tipografica del testo si è ritenuto di non stampare in corsivo i termini di lingua straniera poiché largamente utilizzati.
Per quanto concerne la bibliografia poi, considerato il fatto che la maggior parte di quella esistente è in lingua inglese e non sempre facilmente reperibile perché prodotta in sede di convegni e di studi finalizzati e sperimentali, ho ritenuto opportuno citare i testi più generali e di non difficile reperimento.

Il lettore troverà poi una notevole quantità di immagini corredate da lunghe didascalie: nella redazione del testo infatti pareva necessario trattare la computer grafica tramite le immagini e non solo a parole e/o a numeri.

Informatica e Computer Grafica

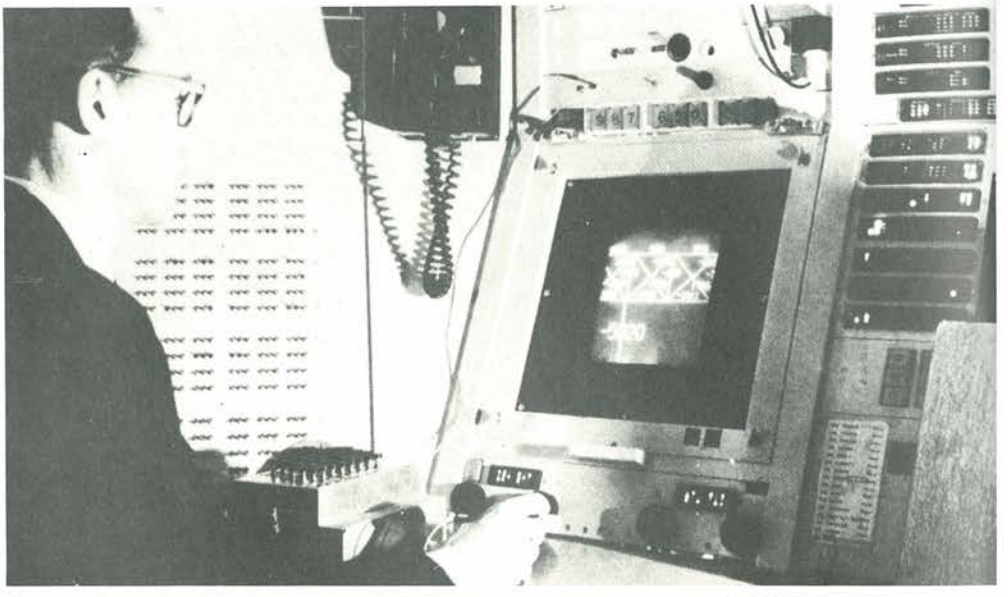
1.1 - Informatica e computer grafica una veduta d'insieme.

1.2 - La computer grafica ed il processo di immagine.

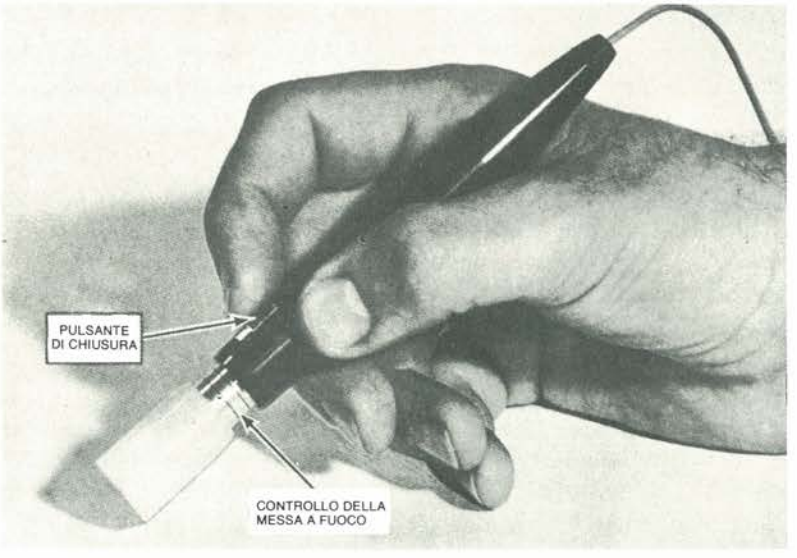
1.3 - L'immagine nei sistemi informativi.

1.1 Informatica e computer grafica: una veduta di insieme

Gli anni intorno al sessanta hanno rappresentato la nascita della computer grafica negli Stati Uniti d'America.
Di rivelante importanza sono le ricerche compiute in quegli anni da Sutherland (vedi bib. 74) ed altri in merito alla sketchpad (tavolo da disegno) e da altri ricercatori relativamente al CRT (Cathode Ray Tube) (figg. 1 e 2).
Esaminando i documenti dal '65 in poi appare chiaro che la computer grafica è nata per migliorare il rapporto tra persona e macchina (figg. 3 e 4).
Questo spiega perché alcuni laboratori statunitensi che sono oggi coinvolti nella computer grafica stiano perseguendo ricerche ed indagando campi afferenti il rapporto persona-macchina più che semplicemente la possibilità di eseguire disegni o processare immagini attraverso il computer.
Tra le prime e migliori definizioni di computer graphics occorre citare quella contenuta nella Encyclopedia of Science and Technology (vedi bib. 13) dove la disciplina viene definita "the process of pictorial communication between men and computers" (il processo della comunicazione tramite immagini tra uomo e computer).
Già negli anni sessanta veniva fatto l'esempio, poi utilizzato a tappeto, del libro di testo senza figure e della difficoltà di comprensione dei messaggi senza immagini, per spiegare la necessità e la utilità della computer grafica.
La computer grafica è quindi nata dal desiderio degli utilizzatori di computers di aumentare e migliorare il rapporto uomo-macchina.
Non è infatti casuale che i sistemi di input siano stati studiati e sperimentati prima di quelli di output e nel caso in cui tutti e due fossero stati studiati contemporaneamente essi erano perfettamente connessi dalla interattività.
Sono state preferite, all'inizio, le attrezzature di input-output grafico interattivo, cioé digitizers e CRT. (vedi cap. 3° e cap. 4°).
Nel rapporto persona-macchina l'utilizzatore si trovava in grado di potere esercitare le sue qualità di sintesi nei confronti degli output prodotti dal computer ma rimaneva frustato nella parte di input, nella immissione dei dati, comandi, etc.



1



2

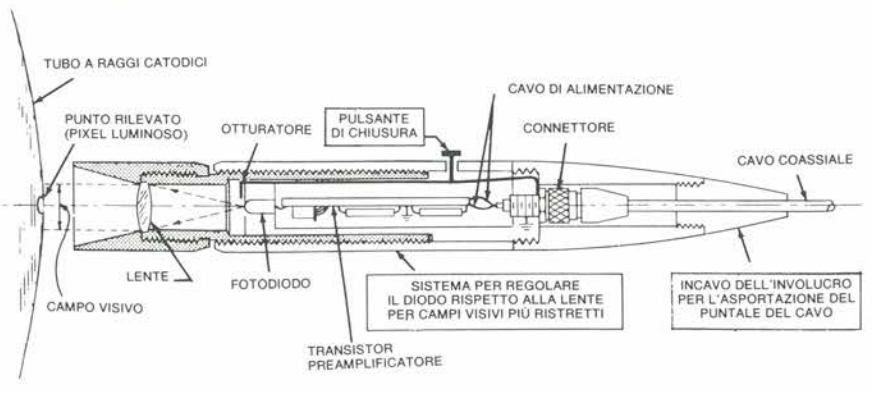
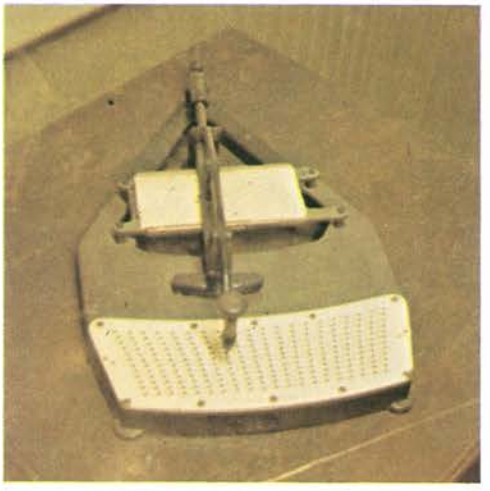


Fig. 1 - La foto mostra il posto di lavoro del computer TX-2 al Lincoln Laboratory. Siamo nel 1962 Sutherland, di fronte allo schermo interattivo, ha in mano la penna luminosa, alla sua sinistra si vedono i pulsanti della tastiera tramite la quale è possibile richiamare particolari funzioni di disegno, la dimensione e la parte di disegno da fare apparire sullo schermo potevano essere scelte tramite le quattro manopole nella parte inferiore del pannello che contiene lo schermo.
Il sistema venne chiamato Sketchpad e definito dallo stesso Sutherland come quel sistema che rende possibile la conversazione tra una persona ed il computer in maniera immediata tramite il disegno di linee.

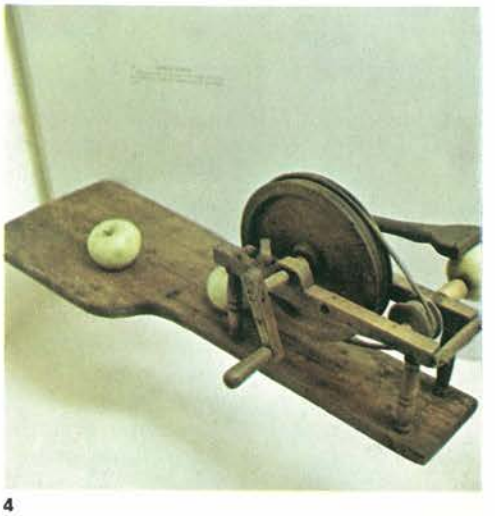
Fig. 2 - Fotografia e particolare costruttivo della penna luminosa utilizzata dal sistema Sketchpad.

Fig. 3 - Le foto mostrano un perforatore di schede ed un lettore utilizzati per i primi censimenti negli Stati Uniti d'America.
La scheda veniva perforata singolarmente eseguendo con un puntatore scelte sulla tastiera costituita esclusivamente di posizioni per il puntatore.
Le schede venivano lette singolarmente ed i dati in esse contenute venivano contati tramite accumulatori che formavano il primo display interattivo: al leggere della scheda infatti senza l'intervento dell'operatore il display si modificava in accordo con le informazioni contenute nella scheda perforata.
Il sistema fu messo a punto dall'ing. H. Hollerith ed utilizzato nel censimento del 1890 per la prima volta.

Fig. 4 - Semplice strumento per la lavorazione delle mele, della stessa epoca delle apparecchiature mostrate nella fig. 3.



3



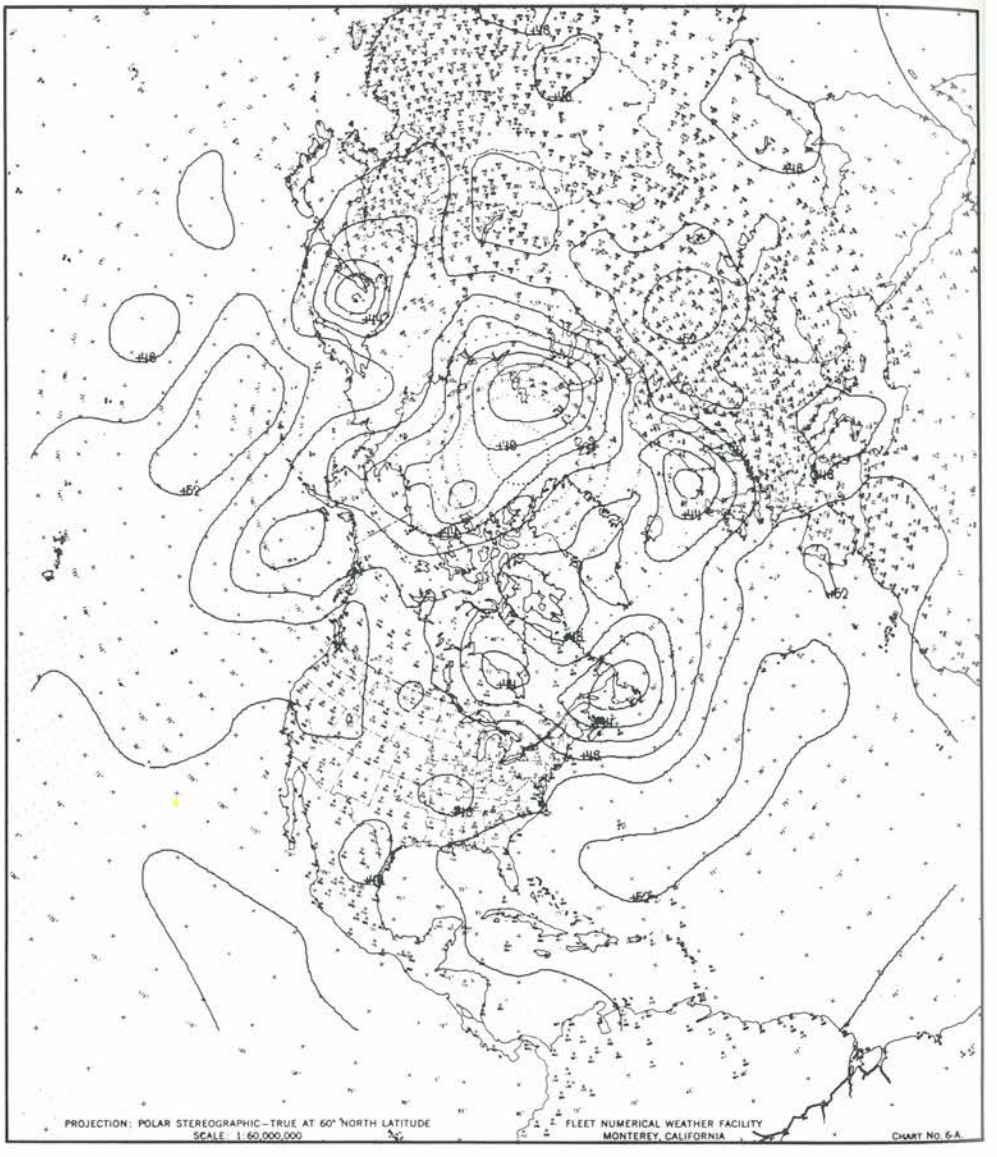
4

È questo tuttora, generalmente parlando e nonostante i progressi fatti, uno dei lavori più faticosi e tediosi; esso tagliava, specialmente allora, tutte quelle applicazioni nelle quali il computer poteva essere gradito ed utile per la sua rapidità e sicurezza di calcolo.
In definitiva il punto debole del processo persona-computer-persona era la prima persona, all'inizio del processo, coinvolta nell'input.
Nella stessa epoca intorno alla metà degli anni '60 incominciavano ad apparire i primi plotters commerciali, cioé attrezzature in grado di fornire output grafico su supporto rigido quale carta, plastica, etc. (fig. 5).
I plotters in realtà derivano il loro funzionamento da macchine già impiegate largamente nell'industria (macchine e controllo numerico) ed è possibile trovare alcuni esempi di pre-plotters nelle ricerche di tecnici e scienziati americani, tedeschi, durante gli anni della seconda guerra mondiale ed antecedentemente.
I plotters furono oggetto di attenzione da parte di due categorie di utilizzatori: l'industria e gli artisti.
Ambedue hanno bisogno di una traccia scritta per potere comunicare, mostrare, produrre, vendere: il plotter soddisfaceva queste caratteristiche.
Il disegno su carta prodotto da plotter circolava all'interno delle fabbriche e veniva mostrato nelle gallerie d'arte come produzione artistica.

Fig. 5 - Mappa meteorologica prodotta tramite plotter. Viene riportata dal N. 3 del bollettino Digital Plotting Newsletter che iniziò la sua pubblicazione nel 1962 redatto a cura della California Computer Produtcs. Inc.

Il disegno delle zone meteorologiche veniva redatto dal plotter nel giro di circa tre minuti ottenendo i dati da un computer CDC 160, i dati potevano essere anche trasmessi e la mappa essere prodotta in altri uffici distaccati tramite plotter.
La maggior parte dei plotters furono usati all'inizio non in diretta connessione con il computer ma offline, facendo leggere nastri di dati creati dal computer ad hoc.

All'epoca, intorno al '67, la Calcomp (California Computer Products) iniziò a bandire un concorso di computer art (fig. 6).
I sistemi interattivi rimasero per lo più oggetto di ricerca e di sviluppo in laboratori ed università, mentre furono privilegiati i sistemi in grado di fornire outputs quanto più vicini a quelli "fatti a mano". Fu privilegiato il principio della economicità e rapidità di produzione in confronto a quella della creatività. È questa la ragione per la quale la computer art viene criticata, ignorata, e diventa spesso solo mezzo di propaganda da parte dei costruttori di periferiche.
È d'altra parte da considerare la enorme facilità con la quale si possono produrre disegni tramite computer, il che ha sminuito le qualità della computer art ed ancora oggi fa sì che Negroponte (vedi bib. 12) l'assimili alla produzione dei pittori della domenica ed alla gratificazione del babbo che si ostina a trovare qualità artistiche nel disegno eseguito dal suo bambino.
Personalmente non sono così critico come Negroponte per due ragioni: disegnare con il computer infatti può essere ragione di soddisfazione nei termini di appropriazione di una tecnologia per i più e per lo più non familiare. Esistono poi alcuni gruppi di artisti i quali si posero in maniera alternativa nei confronti dell'uso del computer in arte cercando tipi di interazione che, ad esempio nell'ambito musicale, hanno avuto maggiore fortuna.
A Tokio nel 1967 fu fondato il C.T.G. (Computer Technique Group) da persone tutte intorno ai venti anni, tutti con formazione di tipo tecnica e scientifica.
Il loro manifesto promulgava il diritto dell'uomo all'esistenza tramite il controllo del computer. Il loro lavoro non fu solo relativo alla produzione di disegni ma anche di modelli; essi operarono anche nell'ambito dell'hardware costruendo una macchina in grado di disegnare all'interno di una galleria di esposizione.
Essi lavorarono in collaborazione con IBM Scientific Data Center in Tokio e produssero tra il 1967 e '68 tra i più famosi disegni di computer graphics quali la "Running Cola is Africa" (fig. 7).
Questo gruppo si pose in maniera critica nei confronti della computer art e ad esso si

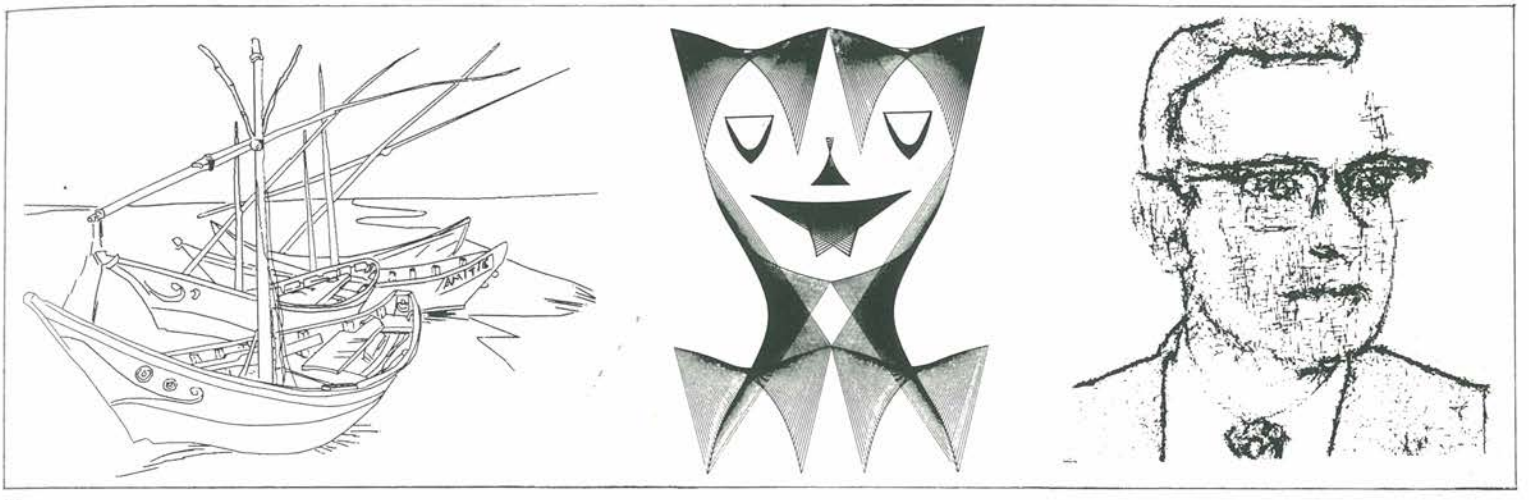


5

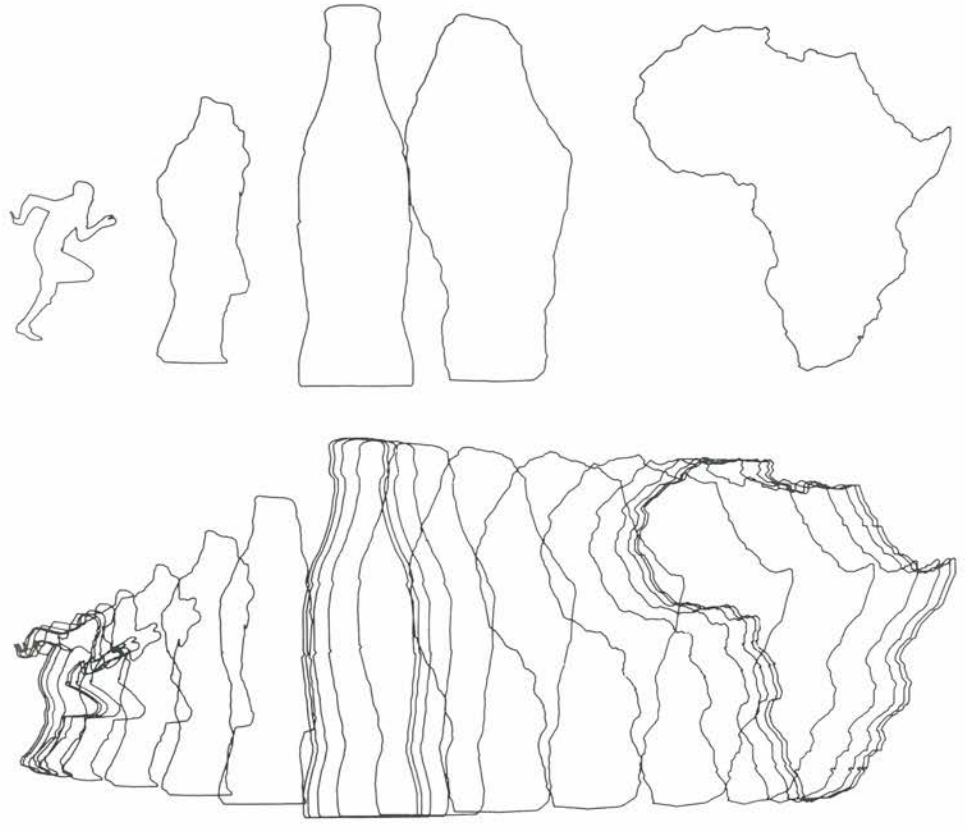
Fig. 6 - Alcuni esempi delle realizzazioni eseguite tramite plotter e computer ospitate nella "Gallery of fine art" del Digital Plotting Newsletter (vedi bib. 14). Il disegno N. 1 è datato 1970 e rappresenta nelle sue linee essenziali un famoso quadro di Van Gogh, "Boats at ST. Marie". Il disegno fu realizzato da una industria inglese di costruzioni navali. Il N. 2 è datato 1971 e, come si nota, è realizzato su un plotter a letto piano ed è opera di una industria di copertoni giapponese, tutto il disegno è basato sul plottaggio di una equazione di una iperbole.

L'immagine N. 3 è del 1976 ed è stata prodotta tramite un image processing operando lo scanning di una fotografia in bianco e nero.

Fig. 7 - È stata chiamata anche arte permutazionale. È uno dei migliori esempi dell'attività del C.T.G. dal titolo "Running Cola is Africa". Un algoritmo trasforma la figura di un uomo che corre in una bottiglia di Coca Cola, la quale a sua volta viene trasformata nei confini del continente africano.



6



7

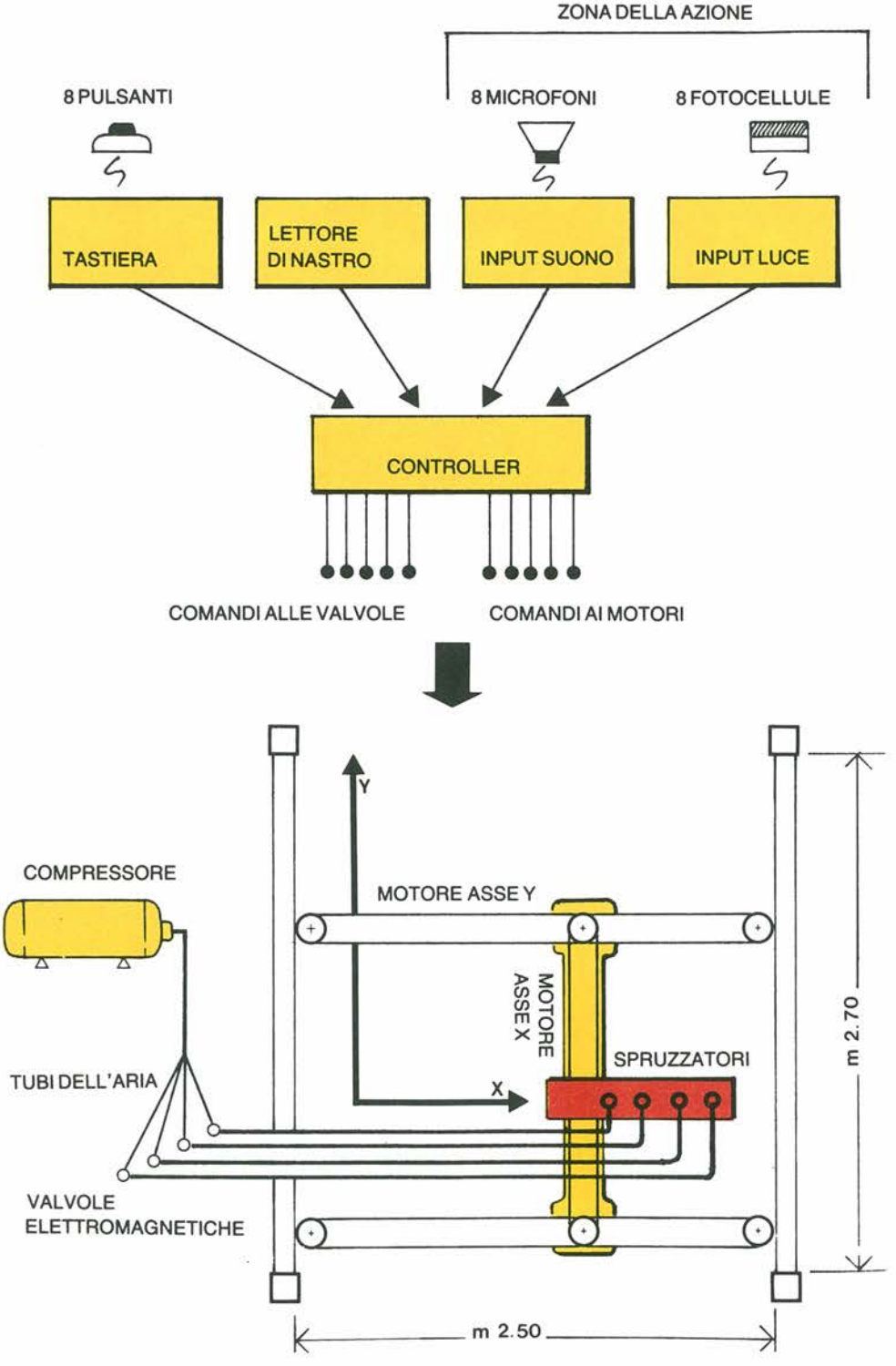
deve la prima macchina in grado di processare in maniera digitale avvenimenti di un ambiente esterno.
La "Automatic painting machine No. 1" era costituita di tre parti principali, un controller, alcune apparecchiature di input ed una macchina in grado di dipingere su grandi superfici (circa due metri per due metri).
La macchina accettava inputs di vario genere, da tastiera, da nastro, da microfoni e da fotocellule. Questi sistemi di inputs inviavano impulsi al controller il quale guidava tramite motori quattro pennelli a spruzzo in grado di eseguire disegni sulla tela.
Si trattava in definitiva di un plotter guidato da un computer in grado di "sentire" quello che stava avvenendo in una zona prestabilita della sala. Anche se altre macchine per il disegno erano già state prodotte durante gli anni cinquanta ed ancora prima, quella del C.T.G. è senz'altro da considerare la più sofisticata dal punto di vista della ricerca di un mezzo di interpretazione e trasformazione dei fenomeni di funzionamento della persona umana tramite computer.
Le ricerche del C.T.G. hanno sicuramente rappresentato uno stimolo per molti dei ricercatori seguenti (fig. 8).
L'articolo del 1965 "Computer aided design" di R.W. Mann e Steven A. Coons (vedi bib. 31) traccia un'interessante sintesi di quelli che in quegli anni erano visti come sviluppi futuri dell'interazione persona-macchina riferendosi soprattutto agli espe-

Fig. 8 - La figura rappresenta lo schema di funzionamento della Automatic Painting Machine N. 1.

Fig. 9 - L'interno della sala dei terminali dell'Architecture Machine Group presso l'MIT.

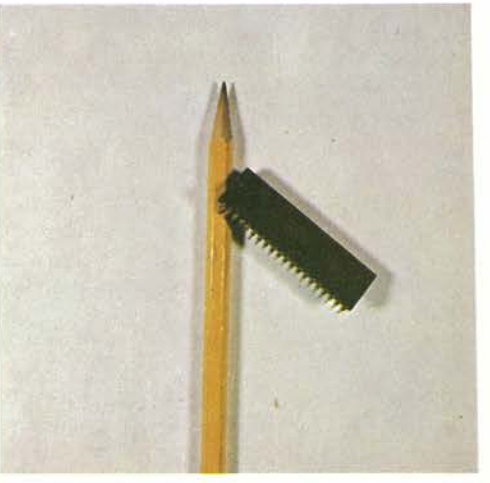
Fig. 10 - Un microprocessore.

rimenti e ricerche condotte presso l'M.I.T. in quel periodo.
Appare la definizione di C.A.D. (Computer Aided Design) come progetto commissionato dall'Air Force statunitense per ottenere la interattività nella progettazione meccanica.
Il processo di ideazione, disegno, controllo, modificazione e nuovo disegno, sino a quello definitivo, e la relativa stesura fu uno dei principali obiettivi dell'interattività finalizzata a rendere il suddetto processo privo di errori, tempi morti ed il più funzionale possibile.
L'interazione fu sentita allora necessaria non solo per la computer grafica, poiché la sottomissione di programmi tramite schede perforate via operatore, già all'inizio rilevava notevoli problemi sia per i ricercatori che per gli utilizzatori di procedure precedentemente messe a punto.
Si risolveva generalmente in una perdita di tempo e frustazione da parte dell'utilizzatore. Veniva desiderata la "conversazione" con il computer.
Il time-sharing era la soluzione!
Come l'esperto giocatore di scacchi che può contemporaneamente giocare con più di un giovane avversario, il computer dedicando un pò del suo tempo a ciascuno degli utenti dà l'impressione ad ognuno di averlo solo per sé e realizza il time-sharing. Il terminale a tastiera incomincia ad essere una necessità nei centri di calcolo avanzati (fig. 9).
Con il nascere di questa interattività si comincia a desiderare anche la interattività grafica.
La sketchpad realizzata da Sutherland non viene certo guardata alla fine degli anni sessanta come un dispendioso sistema per disegnare, ma come il primo passo verso la interattività più completa.
Essa era costituita da un CRT dotato di una penna luminosa, era possibile disegnare su di esso, si potevano fare operazioni logiche, si potevano disegnare caratteri di stampa, piccoli pezzi meccanici, definiti come primitive da collocare in qualunque parte del disegno ed altro (figg. 1 e 2).
Le prime applicazioni vengono consigliate per la matematica, geometria, cinematica, analisi delle tensioni e fluidodinamica. Si



9

incominciano d'altra parte ad intravedere tutte le possibilità oggi disponibili su microcomputers da tavolo, dialogo tramite voce con il computer, possibilità di editing di parole tramite penna luminosa, etc.
I passi seguenti, per quanto riguarda la computer grafica, sono stati tutti diretti al miglioramento del rapporto persona-macchina.
I progressi fatti nel campo hardware sono certo quelli che più hanno influito sulla modificazione di tale rapporto.
I computers si fanno risalire, per quanto riguarda l'utilizzazione aperta ad utenti di ogni genere, a non più di 25 anni fa.
Il 1970 si considera una data di particolare importanza per il taglio dei costi che si ebbe nell'hardware. Di fatto fu un evento importante, difficilmente classificabile in una data esatta ma certamente avvenuto intorno a quegli anni. La caduta dei costi significò la rottura del sistema bloccato di computers. Prima degli anni settanta le periferiche (nota 1) facevano parte integrante del computer ospitante, si aveva cioé un sistema bloccato e/o espandibile solo in accordo con se stesso. Negli anni settanta conseguentemente al taglio dei costi dell'hardware si è sviluppata, in maniera a volte impressionante, la produzione di periferiche, stampanti, tastiere, lettori di schede, lettori di nastri e tutte quelle periferiche inerenti in particolare la computer grafica.

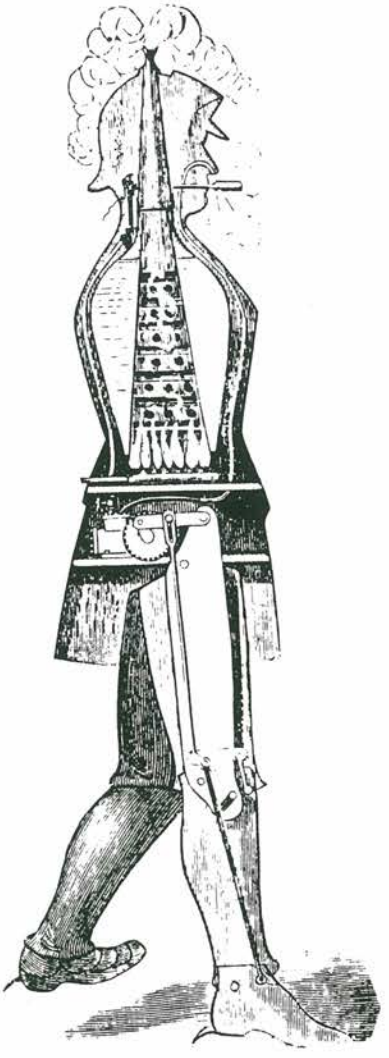


10

Nel 1969 la INTEL produsse la prima CPU (Central Processing Unit). Più che la sua somiglianza ad una pedina del domino, la sua forma nera e con tanti piedini, fu presto assimilata al nome bug (insetto, scarafaggio) (fig. 10).
Considerando che un transistor veniva venduto nel 1961 per circa un dollaro e che oggi una unità di 1024 Bits di memoria, equivalente a cinquemila transistors viene venduta al prezzo di circa due dollari, è facile calcolare che in meno di venti anni si è avuta una riduzione del costo dell'hardware con un rapporto di circa 3000 : 1.
Tale sviluppo ha reso possibile il taglio dei costi dell'hardware, delle periferiche in particolare, e l'innalzamento del costo del software o meglio, il trasferimento dei costi relativi ai computers dall'hardware al software.
Al giorno d'oggi l'informatica è certamente uno dei campi più promettenti per lo sviluppo economico, e le sue applicazioni sono difficili da enumerare, tanto sono molteplici.
Si sta arrivando al punto che si usa l'informatica, sotto forma di hardware e di software, e non si sa di utilizzarla. Sta accadendo

(Nota 1) In qualche letteratura specialistica si assiste oggi alla differenziazione, nella lingua italiana, tra il termine periferico e periferica intendendo cose diverse: penso che non sia opportuno in una lingua che è scarsa di termini informatici complicare ulteriormente le cose. Continuerò quindi ad utilizzare il termine periferica intendendo con esso tutto quello che nella letteratura tecnico-scientifica americana ricade sotto il termine di peripheral, definendo come periferica ogni attrezzatura collegata ad un computer per immettere e/o per ottenere informazioni nel/dal computer.

quello che è accaduto con l'energia elettrica ed i motori elettrici. Data la semplicità di costruzione, la compattezza, portabilità etc. non è semplice elencare immediatamente quanti motori elettrici abbiamo nella nostra casa o sulla nostra automobile.
Qual'è il rapporto tra informatica e computer grafica?
E prima di tutto, esiste realmente un rapporto stretto tra le due?
La computer grafica è probabilmente quella tecnica che meglio esprime il desiderio, da parte umana, di potere dialogare con la macchina.
Da secoli esiste nell'uomo il desiderio di potere disporre di automi, androidi e di potere dialogare con essi per via analogica. Le macchine inventate per giocare a scacchi, l'uomo a vapore in grado di camminare, la macchina in grado di emulare la scrittura umana, le prime bambole parlanti: sono da considerarsi sistemi costruiti per effettuare operazioni analogiche simili a quelle eseguite dall'uomo (figg. 11 e 12).
Oggi molte delle invenzioni dell'Ottocento sono macchine già largamente utilizzate ma la ricerca su di esse non si è fermata, prosegue in termini di aumento e miglioramento delle possibilità di eseguire operazioni analogiche sempre più spinte e perfette.
Ne è un esempio la sostituzione degli operatori telefonici con operatori computerizzati. Si comunica tramite la voce con l'operatore/computer il quale esamina la voce, se la comprende esegue, se non la comprende tenta di capire meglio, se non capisce, rifiuta.
L'informazione analogica è molto potente poiché tramite essa si può comunicare in maniera immediata, generalmente senza problemi di comprensione, sorpassando problemi di lingua e di comunicazione.
Tutti noi abbiamo sperimentato la comunicazione tramite gesti e disegni in paesi di lingua differente dalla nostra ed a noi sconosciuta (fig. 13).
Il problema dell'uscita in forma analogica dal computer è oggi un problema di banale soluzione. Tutti i sistemi automatici prevedono una uscita su CRT, su plotter o su altro.
Ancora da investigare è il rapporto persona-macchina come input alla macchina delle informazioni analogiche prodotte dall'uomo. (Nota 2).



11

12

(Nota 2) È interessante a tal proposito il progetto "HUNCH" realizzato dal laboratorio Massachusetts Institute of Technology - School of Architecture and Planning - Si tratta di una macchina in grado di capire quello che viene disegnato dalle persone e quindi di processarlo (fig. 14).

(Nota 3) Si intendono per caratteristiche grafiche le possibilità da parte del computer di eseguire alcuni comandi grafici anche molto semplici, quali disegnare una linea da un punto ad un altro dello schermo, accendere o spegnere un punto, etc.

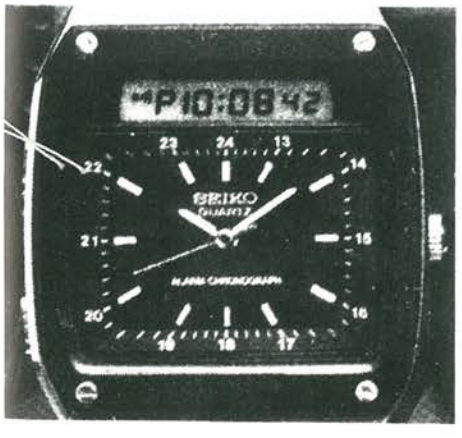
(Nota 4) Sulla precisione dei disegni prodotti dai computers specie per quanto riguarda quelli su CRT confrontare la trattazione al Cap. 5 riguardo l'effetto finestra. In realtà, la precisione, per un unico disegno, oggi disponibile a costi accessibili su qualunque CRT è di gran lunga inferiore alla precisione di un disegno realizzato a mano.

Fig. 11 - L'uomo a vapore, mostrato in tutti gli Stati Uniti all'inizio del secolo, era basato sull'uso del vapore per fare muovere le articolazioni dell'anca e del ginocchio cosicché potesse muoversi in tondo attorno ad un palo cui era legato da una fune.
All'interno del corpo trovava posto la caldaia che sviluppava il vapore ed il motore sotto di essa faceva muovere gli arti inferiori dell'automa.
Il fumo fuoriusciva dalla sommità dell'elmetto.

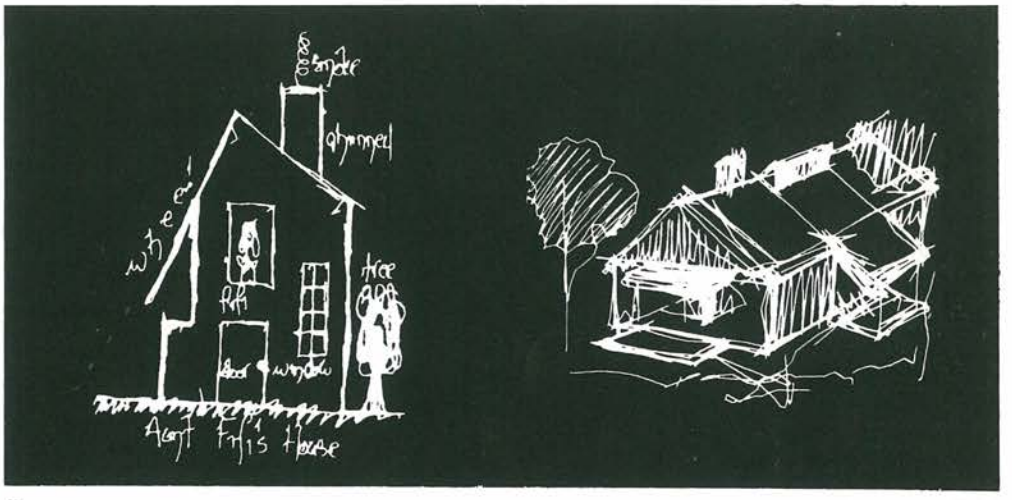
Fig. 12 - La bambola parlante possedeva al suo interno un fonografo fatto funzionare a manovella. La voce era registrata su un cilindro ed una molla permetteva il riposizionamento all'inizio della registrazione.

Fig. 13 - Gli ultimi e sofisticati tipi di orologio, dopo il successo commerciale degli orologi digitali, uniscono la informazione analogica e quella digitale.
La informazione derivabile dalla lettura delle lancette non è superabile in immediatezza e permette tutte le operazioni di confronto, valutazione, etc. alle quali la lettura digitale non si presta.

Fig. 14 - "Hunch (Anima) è un esercizio di riconoscimento delle figure da parte della macchina e di rapporto personalizzato con il computer, che tenta di rendere l'utente altrettanto spontaneo con una macchina di quanto lo è con un essere umano.
Finora l'input grafico ha legato le mani all'architettura potenziata dal computer forzando il progettista ad essere categorico, esplicito e completo, con fatica. Al contrario gli esseri umani sono soliti essere ambigui, incompleti ed anche contraddittori.
Noi crediamo che la progettazione richieda questa evoluzione e che le macchine debbano favorirla attraverso tecniche di riconoscimento e procedimenti deduttivi".
"La funzione della macchina non è quella di raddrizzare le linee ma quella di ottenere una descrizione unitaria dell'oggetto che esse rappresentano, che sarà utilizzata per eseguire i calcoli".
"Ci siamo impegnati in problemi più complessi. Questa illustrazione è tratta da un esperimento progettato per scoprire le caratteristiche personali nel disegno e le sue variazioni: velocità pressione, accelerazione".
"Uno schizzo più legato all'architettura".
"Un esempio di tipo di input che ci proponiamo di considerare in un prossimo futuro". (vedi bib. 22)



13



14

Solo se viene risolta e messa a punto questa parte della catena persona-macchina-persona, si potranno avere sistemi in grado di assicurare il dialogo tra le due entità (fig. 14).
Non ha quindi senso usare la computer grafica se non in un processo interattivo. Esso fu, come si è visto, il primo campo investigativo alla nascita della computer grafica, ma è ovvio che la possibilità da parte delle macchine di creare disegni all'apparenza perfetti ha distolto spesso l'attenzione dalla interattività. (Nota 3).
Si corre quindi il rischio ancor oggi di usare la computer grafica per produrre immagini di limitata utilità e di bassa efficacia.
Il CRT fu introdotto sul mercato intorno al 1960; oggi i micro e personal computers disponibili sul mercato, prevedono tutti l'interfacciamento con la televisione di casa e quasi tutti sono dotati di caratteristiche grafiche con la possibilità di gestire più di un colore. (Nota 4).
Il fatto che i micro e personal computers siano oggi collegabili alla televisione oltre ad essere un incentivo all'acquisto in tandem con l'elettrodomestico, è una qualità che rassicura ed entusiasma l'utente specie se l'approccio all'uso del computer è quello di "mettere la spina e via".
La televisione nonostante la sua giovinezza è certo uno tra i più interessanti dei mezzi di comunicazione della informazione. La comunicazione avviene tramite immagini, per lo più a colori e coinvolge completamente l'utilizzatore: da alcune generazioni a questa parte ciò avviene dalla nascita.
Oltre al fatto di vedere il mondo attraverso un rettangolo di circa 2000 cm^2., cosa questa che pare stia influenzando la fruizione della forma facendoci prediligere quella rettangolare (società del rettangolo), si sono aperte applicazioni personali anche tramite circuiti privati, da quello della educazione permanente a quello della pornografia.
I rapporti tra computer, grafica interattiva ed informatica passano attraverso il mezzo di comunicazione televisivo. È questo lo sviluppo che seguirà la computer grafica nell'informatica distribuita durante gli anni '80 (fig. 15).
A questo punto occorre distinguere tra quello che sarà la utilizzazione della computer grafica nell'ambito dell'informatica distribuita, da quelle che invece saranno le utilizzazioni specifiche per ricerca, studio ed applicazioni particolari.
Le ricerche in corso e la messa a punto di hardware sempre più sofisticato e potente dal punto di vista della memoria, ha i suoi effetti sulla computer grafica in termini di miglioramento delle prestazioni e facilità di accesso.
Già comunemente avviene nelle apparecchiature più moderne che le principali funzioni una volta eseguite tramite software vengano direttamente trasferite all'hardware delle macchine; esse sono quindi residenti, facilmente richiamabili ed utilizzabili economicamente senza l'intervento di one-

Fig. 15 - Due immagini desunte dalla pubblicità del sistema Videotex Canadese: esse risultano nella realtà sempre più comuni. Attraverso due apparecchiature di uso facile e comune, la televisione ed il telefono, avviene la comunicazione di immagini di notizie ed informazioni, tra l'altro, per il lavoro e per la istruzione.

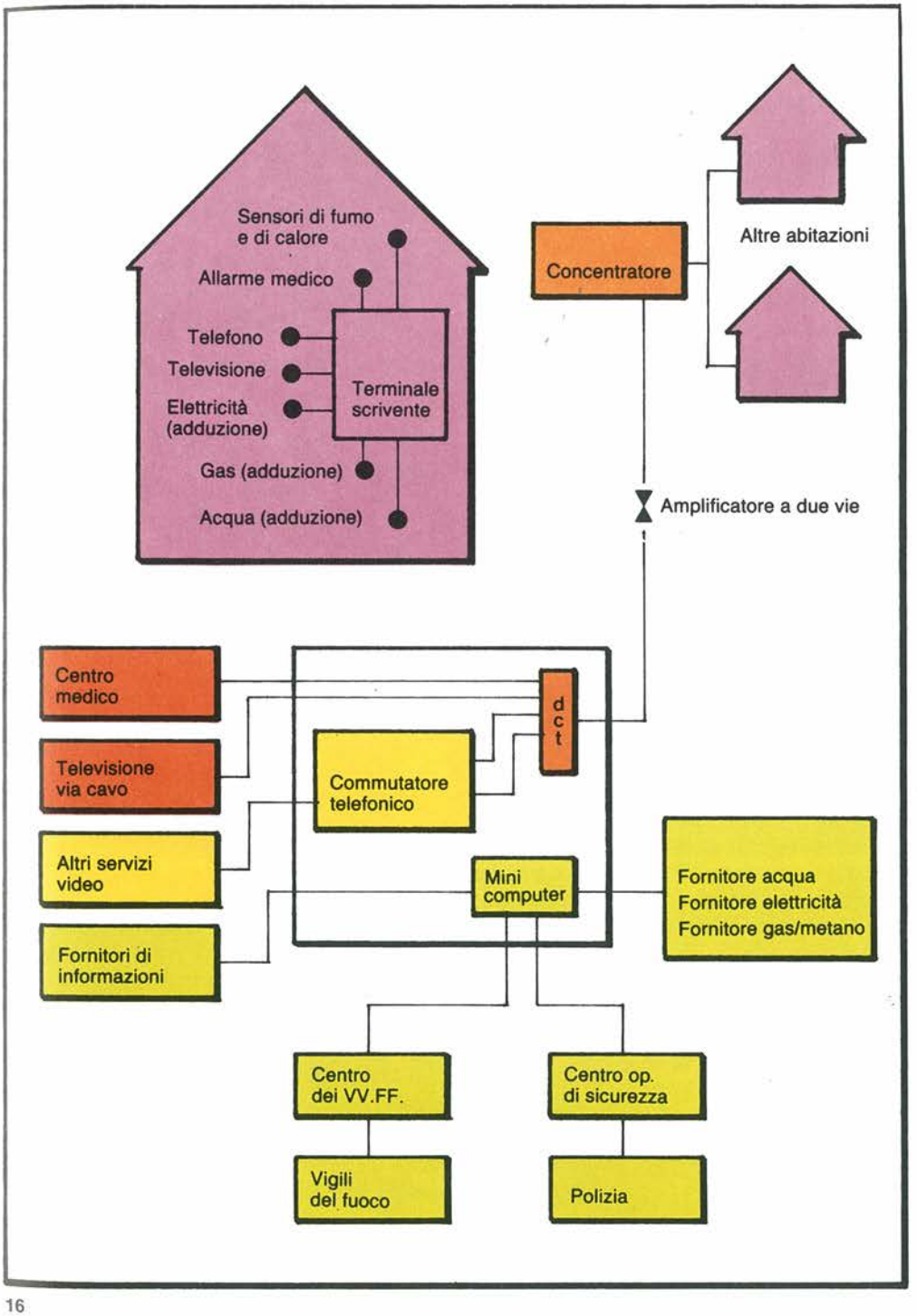
rosi programmi di calcolo.
Il fatto che molte funzioni siano residenti in hardware permette un approccio molto più facile da parte dell'utilizzatore, il quale viene messo in grado di accedere subito alla macchina; la interatività è in tal caso sinonimo di semplicità di interazione tra persona e macchina.
Negli anni duemila è attendibile che circa il 20% della forza lavoro mondiale abbia in qualche modo a che fare con computers, non necessariamente come personale addetto, ma anche e soprattutto come utilizzatori.
Una delle applicazioni più rilevanti ad esempio, sarà quella relativa all'alleggerimento del lavoro di ufficio. È stato rilevato che il computer può dare una mano nel tagliare i costi per molte delle attività di un normale ufficio quale copiatura, trascrizione distribuzione e circolazione della carta stampata.
Da alcuni rilievi compiuti in USA si evince che per soddisfare le necessità inerenti le attività precedenti, si consuma mediamente il quaranta per cento del tempo di un impiegato medio.
Il video insieme alla stampante, necessaria pur sempre per avere una copia su supporto rigido, sembra essere la periferica più suscettibile di sviluppo e di uso nel vicino futuro.
Poiché la naturale espansione del video usato per ottenere informazioni alfanumeriche dal computer è la possibilità di avere caratteristiche grafiche, la computer grafica è destinata ad avere uno sviluppo sicuro nei prossimi decenni. Alcuni campi di applicazione, legati all'informatica distribuita, giocheranno un ruolo importante nell'ambito dello sviluppo della computer grafica. La wire-city (nota 5) può essere presa come ottimo esempio per quanto concerne l'informatica distribuita ed il suo rapporto con la computer grafica.

15

(Nota 5) Wire-city significa letteralmente la città dei cavi. Si intende con tale denominazione un insediamento fornito di sistemi (hardware e software) in grado di permettere la continua circolazione dell'informazione. I cavi coassiali, le fibre ottiche, i raggi laser e le microonde sono solo alcune delle tecniche che è possibile oggi utilizzare per assicurare la circolazione e l'utilizzazione dell'informazione.

Fig. 16 - Diagramma funzionale del progetto IDA (dal nome della prima donna telefonista della provincia del Manitoba, in Canada); tramite una rete il sistema offre la diretta connessione delle famiglie ad un sistema di comunicazione e circolazione della informazione tale da assicurare non solo la connessione al sistema Videotex (vedi fig. 15) ma il completo monitoraggio del funzionamento della singola abitazione e dei suoi occupanti anche dal punto di vista medico.

Fig. 17 - Comunicare tramite cavo, immediatamente e senza problemi di comprensione è stata una delle prime applicazioni del telefono e della corrente elettrica.
Scientific American del 1881 riporta la installazione nella città di Chicago di scatole di emergenza ad uso dei poliziotti e di cittadini autorizzati, tramite le quali potere avvertire la stazione principale di polizia di qualche emergenza. La installazione di simili apparecchiature fu fatta anche in edifici pubblici é privati in maniera tale da essere sempre in contatto potenziale con gli organi preposti alla salvaguardia della città.



16

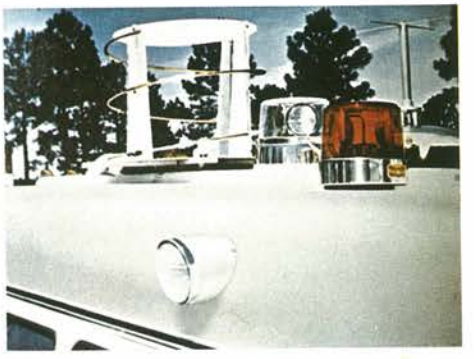
17

La città di cavi non è altro che una città di comunicazioni, di flussi informativi che la percorrono desiderati e non desiderati dagli utenti ma comunque indispensabili al funzionamento della vita contemporanea.
I problemi di questi ultimi anni, legati al consumo energetico hanno fatto ipotizzare che per risparmiare sugli spostamenti si potesse ottimizzare l'uso dei canali informativi esistenti o metterne a punto altri in modo tale da migliorare la circolazione dell'informazione.
Un esempio di ciò è la circolazione della carta negli uffici, che oggi si tenta di tagliare con i sistemi di electronic mail (posta elettronica), ovvero l'uso di servizi quali uffici, banche, biblioteche, informazioni, etc. che possono essere facilmente interpellati ed utilizzati da casa dall'utente. Le informazioni che circolano in questi canali occorre che siano dense di notizie ma anche facili da interpretare da parte dell'utente: la comunicazione visiva tramite immagine è in grado di assicurarlo (figg. 16, 17 e 18).
Il CAD/CAM ed il controllo di processo sono ottimi esempi degli sviluppi che la computer grafica avrà in campi specialistici. Non per niente una delle ragioni che vengono addotte dalle case produttrici di sistemi per la computer grafica per promuovere i loro prodotti sul mercato, è l'aumento della produttività che si raggiunge negli uffici che usano tali sistemi (fig. 19).
Nel 1970 in USA secondo le stime di esperti esistevano solo pochi sistemi di CAD/CAM,

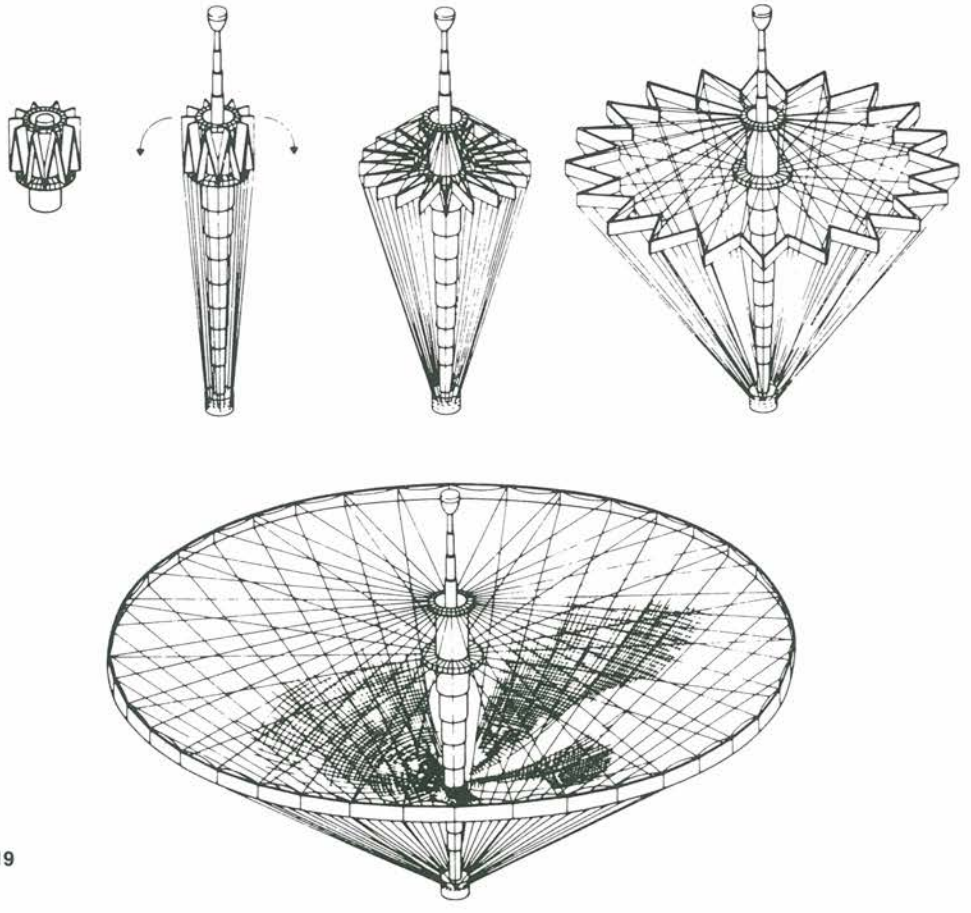
per lo più utilizzati nell'industria automobilistica ed in quella aeronautica. Il numero, probabilmente, era di circa 200 in tutti gli USA. A dieci anni di distanza il numero di tali stazioni grafiche di lavoro avevano raggiunto quota 12.000.
Varie sono state le ragioni che hanno fatto investire in computer grafica in generale ed in particolare in CAD/CAM le industrie, gli uffici governativi e le università.
È comunque possibile ritrovare una matrice unica: l'aumento della produttività. È infatti da notare che gli anni sessanta sono stati caratterizzati in USA da un calo notevole della produttività degli impiegati nel settore terziario, tale tendenza si è poi accentuata col passare del tempo verso gli anni settanta. Nella stazione di lavoro CAD-/CAM, l'uso dell'immagine, nella comunicazione, progettazione e presa di decisioni, è stato reputato dai dirigenti americani un valido aiuto per fare aumentare la produttività. Dai documenti disponibili questo sembra essere stato realmente rilevato: ad esempio, clienti della Computervision (una delle case produttrici di sistemi CAD/CAM oggi in testa al mercato mondiale) rilevano un aumento della produttività da tassi di 1 : 5 sino a tassi dichiarati di 1 : 20.
L'aumento di produttività ovviamente esiste quando c'é produzione. Questi sistemi CAM/CAM e di computer grafica in generale si sono rilevati di particolare utilità in settori in evoluzione quali quello aeronautico, spaziale, elettronico, meccanico, chimico, etc.

Fig. 18 - Le tecnologie oggi esistenti permettono di controllare ed intervenire a distanza in campi quali quello medico. La figura mostra un sistema di telecomunicazione per unità sanitarie mobili. I dati vengono inviati all'unità centrale (ospedale, clinica, etc.) in modo tale che l'emergenza venga risolta in luoghi attrezzati.

Fig. 19 - Esempio di CAD. Vengono rappresentate le fasi di apertura di una antenna a colonna per satellite sviluppata dalla Harris Corp. per la Nasa, una volta aperta si raggiungono i cento metri di diametro.



18



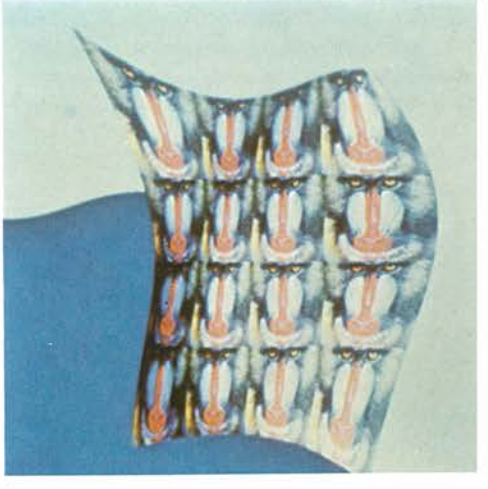
19

1.2 Processo digitale di immagine e Computer Grafica: un'applicazione alla pianificazione degli insediamenti

La computer grafica ha già una disciplina parallela: digital image processing - processo digitale di immagine.
In realtà è una questione sterile indagare dove termina il campo di una delle discipline e comincia l'altra; il mio amico Masters sostiene giustamente che è lo stesso dibattere quando un paese diventa città e viceversa.
Se quindi si volesse entrare nel merito di una discussione, che non distolga l'attenzione dai principali obiettivi, occorrerebbe dire che il processo di immagine si occupa della manipolazione ed interpretazione di immagini visibili relative ad oggetti del mondo esterno (figg. 20 e 21).
La computer grafica d'altra parte si occupa della descrizione, di produrre cioé disegni ed immagini rappresentative della realtà e/o di quanto si vuole comunicare.
Il termine contratto, image processing, viene utilizzato al posto della corretta espressione digital image processing, che meglio chiarisce il fatto che la manipolazione delle immagini viene fatta attraverso il computer.
In accordo con autori americani è possibile definire il processo di immagine come un vasto ombrello sotto il quale cadono aspetti diversi dell'ottica, elettronica, matematica, fotografia e tecnologia dei computers. È quindi sicuramente tra le più recenti e più interdisciplinari delle tecniche.
È d'altra parte evidente il grande interesse che molti professionisti coinvolti in altri campi di azione hanno rilevato nei confronti del digital image processing: tale interesse, a volte fuori scala, ha fatto sì (ed è attendibile che la tendenza continuerà nel vicino futuro) che molti abbiano visto in questa tecnica una panacea alla soluzione dei loro problemi specifici. Esempi eclatanti sono le applicazioni in campo medico ed in quello grafico.
Anche la computer grafica ha corso e spesso corre il pericolo di essere sopravvalutata, i suoi prodotti enfatizzati e il suo uso applicato malamente. La computer grafica possiede però un vantaggio rispetto al digital image processing, essa procura una descrizione geometrica della realtà esistente, i suoi prodotti sono disegni non immagini, considerando come immagine la rappresentazione o imitazione di un oggetto reale. Questo comporta una rappresentazione (disegno) che deve essere generalmente interpretata dal fruitore-utilizzatore: il quale, stimolato, deve esaminare attraverso i codici di disegno, quanto mostrato dalla computer grafica. Il processo digitale di immagine può invece generare immagini che per essere fedeli rappresentazioni della realtà, possono frustare processi interpretativi a vantaggio di dispersivi processi estetici. Questo ovviamente avviene nelle situazioni più disperate e per un utilizzatore non orientato.
In accordo con K.R. Castelman (vedi bib. 9) si può definire una immagine digitale una funzione generata tramite metodi ottici, esaminata tramite una griglia regolare rettangolare e quantizzata tramite uguali intervalli di toni di grigio (fig. 22).
Senza entrare in dettagli si può intendere che l'uso della griglia permette di discretizzare l'oggetto sotto studio digitalizzandolo, mentre l'esame delle varie tonalità di grigio permette di esaminare e quindi digitalizzare le caratteristiche di colore e tono della sua superficie.
La strumentazione di base per poter eseguire il digital image processing è molto simile a quella utilizzata in computer grafica. Un'apparecchiatura per digitalizzare l'immagine, una per poterla mostrare ed un computer tramite il quale è possibile processarla.
Come si vedrà nel capitoli seguenti le apparecchiature di digitalizzazione di immagini in grado di rilevare i toni di grigio sono diverse da quelle di digitalizzazione utilizzate per carte, mappe, disegni ed oggetti tridimensionali: il principio comunque è identico, si tratta di trasformare un'immagine, eventualmente un oggetto, in una massa di dati digitali che vanno poi processati dal computer.
Mentre nella computer grafica si usa il punto come elemento di base, assumendo che una qualsiasi linea sia un insieme di punti, nel digital image processing l'elemento base è il pixel, considerato come elemento della griglia fornito non solo di indirizzo locazionale ma anche di informazioni relative alla tonalità di grigio.
Il processo digitale di immagine ha fornito grandi aiuti in varie discipline quali la medicina, la biologia, la meccanica ed è stato fondamentale nella ricerca spaziale. In

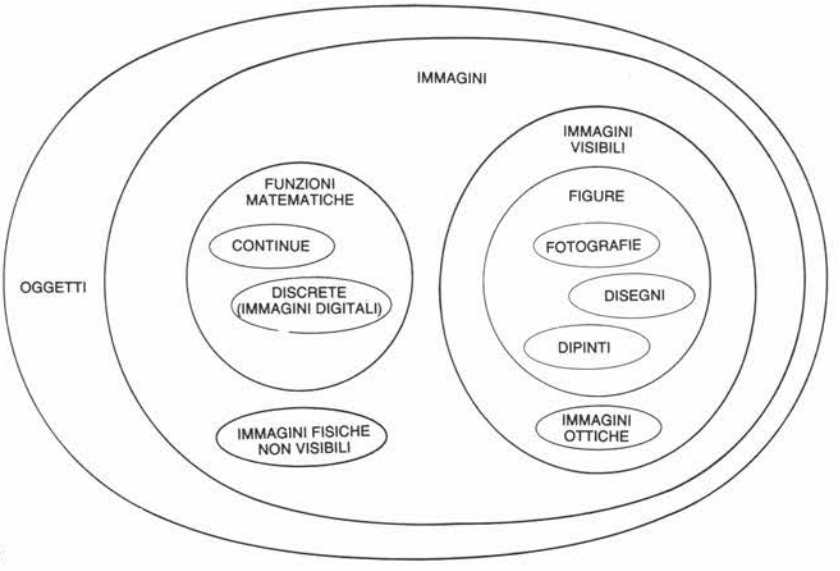
Figg. 20-21 - Le figure mostrano alcuni esempi di digital image processing eseguite dal laboratorio I.P.L. (Image Processing Laboratory) del Rensselear Polytechnic Institute. Le immagini sono state cortesemente concesse da Mr. Micheal Potmesil ricercatore presso il laboratorio.
La faccia del babbuino ripresa tramite uno scanner da una normale fotografia viene processata in maniera tale da adagiarla su superfici, e solidi comunque complicati.

20



21

questo ultimo campo si tratta di rilevare in maniera digitale immagini in altri pianeti e dopo avere trasmesso i dati a terra, avere la possibilità di esaminarli, manipolarli ed infine analizzarli per conoscere la realtà che è stata monitorata.
Ovviamente questo processo è applicabile anche al nostro pianeta, osservandolo da distanze molto elevate tramite piattaforme spaziali. È possibile così avere visioni di insieme, esaminare contemporaneamente spazi grandi e diversi, seguire nel tempo fenomeni che altrimenti ci sfuggirebbero.
Tale tecnica nata con il sorgere della fotografia aerea viene individuata con il nome di remote-sensing.
Il remote-sensing, telerilevamento, è una delle applicazioni del processo digitale di immagini. Lo studio del territorio tramite il remote sensing è peraltro un ottimo esempio di come il processo digitale di immagine e la computer grafica si possono integrare fornendo informazioni diverse, utilizzabili contemporaneamente per lo scopo unico che è la pianificazione del territorio.
Ho avuto la possibilità di sperimentare ed applicare tecniche di telerilevamento da satelliti e di computer grafica ad alcuni insediamenti italiani, tra i quali quello di Roma.
Reputo quindi che una descrizione essenziale delle ricerche ed applicazioni compiute, possa fornire un giusto esempio di come le tecniche si integrano per un fine specifico: quello della pianificazione di un insediamento.
Per pianificare occorre innanzitutto capire l'oggetto della pianificazione; capire significa sapere come esso si comporta, come funziona, quali sono le modificazioni occorse e quelle possibili che occorreranno.
Per studiare tramite dati telerilevati da satellite l'insediamento di Roma al fine di ottenere una mappazione e classificazione in funzione di alcune classi di copertura del suolo (Land Cover) (nota 6), sono stati usati i dati dei satelliti Landsat (nota 7): questi dati sono stati processati tramite un metodo automatico, statistico matematico, integrato da un metodo analogico.
Si hanno a disposizione i dati digitali (cioé numerici) della emissione (nota 8) rilevata dal satellite in ciascuno dei quattro canali dei quali è dotato e per ciascun pixel (elemento a terra di circa 80x80 m.) i valori di



22

(Nota 6) Si intende con Land-Cover la copertura del suolo rilevabile in un insediamento. Informazioni riguardanti la copertura del suolo sono necessarie nella redazione di piani urbanistici e nella gestione degli insediamenti e una esatta classificazione di che cosa copre il terreno è in grado di rispondere a domande quali: quanto verde c'é in una città, come è distribuito, dove e come si sta sviluppando l'insediamento, etc.?

(Nota 7) Le immagini che vengono riportate sono state preparate dall'autore presso The Pennsylvania State University-ORSER nell'ottobre-novembre 1977, la scena che è stata studiata è contrassegnata dal numero di Frame 2195/09106, il giorno in cui sono stati rilevati i dati è il 04 agosto 1975 alle ore 9 a.m. 10'6", il satellite che ha effettuato il rilevamento è il Landsat 2° al 195esimo giorno dal lancio, mentre la latitudine e longitudine del centro geometrico della frame risultano essere rispettivamente: 41 deg. 67 min. Nord e 13 deg. 02 min. Est.
I satelliti Landsat sono stati posti in orbita con un perigeo di 898 km ed un apogeo di 917 km circa ed una distanza tra le proiezioni a terra delle orbite di 159,38 km. Considerando che le aree a terra spazzate tra due orbite successive si sovrappongono in parte, per ogni orbita la striscia spazzata dal satellite risulta essere di circa 185 km. di larghezza. I Landsat sono equipaggiati con due apparati sensori: il primo (RBV) consiste in tre telecamere indipendenti che usano lenti convenzionali e che coprono al suolo un'area di 185 km. per 185 km., il secondo è un sistema fornito di quattro sensori multispettrali i quali mediante l'oscillazione di uno specchio che si muove ortogonalmente alla direzione del moto del satellite riescono ad analizzare sei "scan lines" da ovest ad est per ognuna delle quattro bande spettrali che sono: 0,5-0,6 μ 0,6-0,7 μ 0,7-0,8 μ 0,8-1,1 μ
L'elemento a terra di minima risoluzione risulta quindi di essere di 56 m. per 78 m., cioé le "scan lines" sono tra loro distanti 78 m. e ciascuno elemento lo è dall'altro di 56 m. (figg. 23 e 24).
Dopo le opportune correzioni effettuate sul rilevamento di ciascuna area elementare di osservazione essa può essere considerata di circa 80 m., per 80 m., questa area elementare di rilevamento prende il nome di pixel abbreviazione della espressione "picture-element".
Il Landsat 2 è anche fornito di un sistema DCS (Data Collection System) che permette di ottenere dati da piattaforme situate a terra e di ritrasmetterli tramite satellite alle stazioni riceventi. Possono essere gestite dal sistema sino a mille di queste piattaforme a terra e ciascuna di queste può dare otto "inputs" di tipo analogico o digitale. Esse sono particolarmente importanti e necessarie per la misura delle piene dei fiumi, informazioni quantitative e qualitative su masse d'acqua, informazioni sulla sismicità e su fenomeni simili.

(Nota 8) Esistono nell'atmosfera alcune finestre che facilitano il "remote sensing". Si definisce finestra atmosferica quella porzione dello spettro elettromagnetico dove la radiazione, passando attraverso l'atmosfera, non è gravemente alterata dalla riflessione, assorbimento e rifrazione dei componenti atmosferici.
L'energia emessa da una fonte di energia è caratterizzata dalla sua lunghezza d'onda. L'unità di misura delle lunghezze d'onda è generalmente il micron (|). In questa unità di misura si esprimono

ciascuna informazione numerica sono disposti in una scala di valori da 1 a 256, cioé esistono 256 tonalità di grigio. Poiché non è possibile e utile classificare ciascuno dei livelli, essi vengono raggruppati in classi, assegnando a ciascuna classe, dopo opportuna verifica a terra, un significato della classificazione della copertura o della utilizzazione del suolo. Si opera così una classificazione dei dati rilevati da satellite. Occore fare questa operazione usando strumenti di calcolo automatico (computers) in grado di processare grandi masse di dati; i programmi utilizzati nel caso qui trattato sono stati:

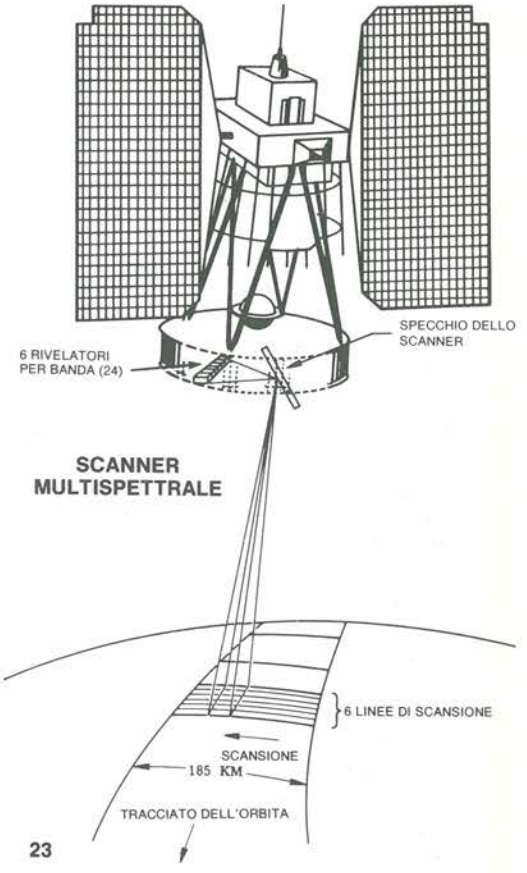
- programmi di computer in grado di riconoscere l'uniformità dei pixels;
- programmi di computer in grado di dare informazioni statistiche su tutta l'area in esame relative alle emissioni nei singoli canali;
- programmi di computer in grado di operare clustering delle firme spettrali, e raggrupparle in categorie corrispondenti a classi al suolo;
- programmi di computer in grado di interpretare, mediante una classificazione già avvenuta, l'area di studio e di modificare i limiti delle classi in accordo con informazioni statistiche di tutta l'area;
- programmi di computer in grado di correggere geograficamente i dati (permettendo di ottenere così la scala desiderata) e di organizzare archivi di dati per poterli poi trasferire su strumenti che ne diano una

generalmente le lunghezze d'onda studiate nel "remote sensing". La parte di spettro visibile all'occhio umano è tra i 0,4 e i 0,7 |, la porzione di spettro che viene generalmente studiata mediante i sensori è tra i 0,3 ed i 15 |m contenendo questo intervallo l'ultravioletto, il visibile, l'infrarosso riflesso ed il termico. Oltre questi limiti non è possibile operare mediante i sensori multispettrali sia per scarse proprietà dei sensori stessi sia per le proprietà dell'atmosfera. L'intervallo di indagine non è però piccolo, qualora si pensa che con le tecniche fotografiche è possibile solo l'intervallo tra 0,3 e 0,9 |. dello spettro visibile.

Fig. 22 - K.R. Castelman (vedi bib. 9) individua diversi tipi di immagini in accordo con il tipo o il metodo di generazione. La teoria degli insiemi può aiutare. All'interno dell'insieme degli oggetti quello delle immagini forma un sottoinsieme, all'interno di questo sottoinsieme ce ne é uno molto importante costituito da tutte le immagini percepibili dall'occhio umano. All'interno di questo insiemé le immagini possono essere individuate attraverso i vari metodi di generazione (fotografie, disegni, pitture). Un altro insieme contiene le immagini realizzate tramite lenti ed ologrammi. Le immagini fisiche sono distribuzioni di proprietà fisiche misurabili, le immagini ottiche ad esempio sono distribuzioni spaziali della densità luminosa.
Esse possono essere viste dall'occhio umano.
D'altra parte, esempi di immagini fisiche non visibili sono la temperatura, pressione, altezza, densità di popolazione, etc.

Fig. 23 - L'immagine mostra lo schema di funzionamento del satellite Landsat e l'area coperta a terra durante la sua orbita.

Fig. 24 - I satelliti Landsat sono satelliti orbitanti, l'immagine ne mostra schematicamente l'orbita. Essi si presentano periodicamente sulla stessa area sono così in grado di rilevare a distanza di tempo le eventuali modificazioni occorse sulla superficie terrestre o su di essa rilevabili.



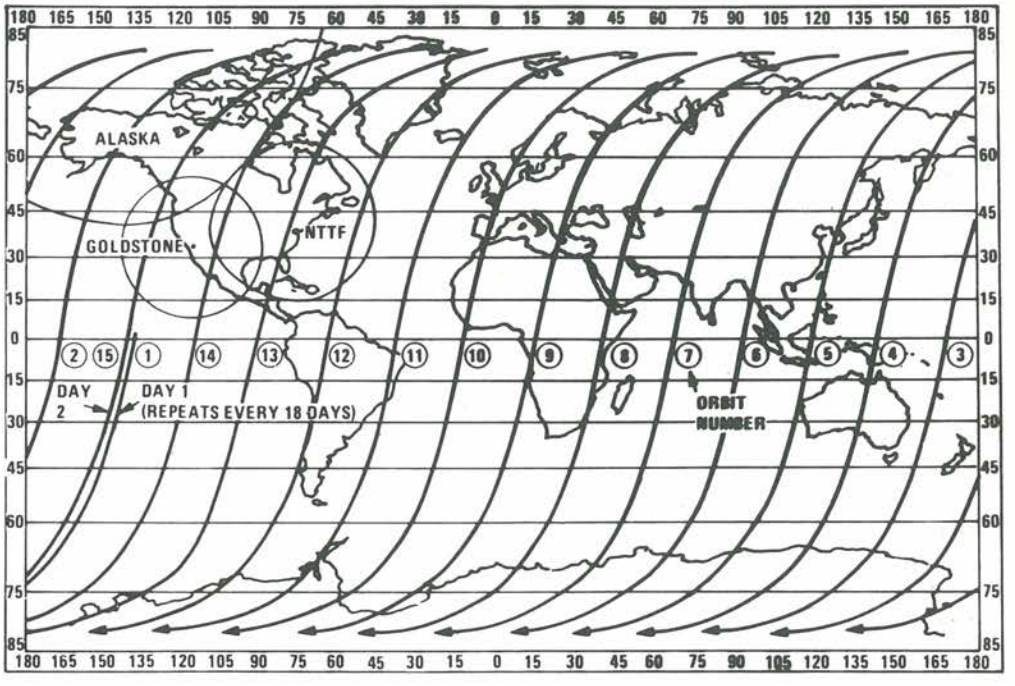


Fig. 25 - Mappa dell'insediamento di Roma desunta dalle fonti cartografiche ufficiali ed aggiornata al 1970.

rappresentazione grafica;
- programmi di computer in grado di guidare strumenti grafici per la produzione di outputs su stampante per la realizzazione di mappe discrete a tonalità di grigio e a colori; su plotter per la realizzazione di disegni in continuo; su schermo a colori per un processo interattivo.

Perché è conveniente studiare un insediamento attraverso dati telerilevanti da satellite?

Penso che la motivazione migliore possa essere fornita tramite una similitudine: tutti noi sappiamo quali vantaggi all'indagine scientifica ha portato il microscopio per indagare l'estremamente piccolo; esso, d'altra parte, non ha certo risolto i problemi ma ne ha facilitato o permesso la soluzione.

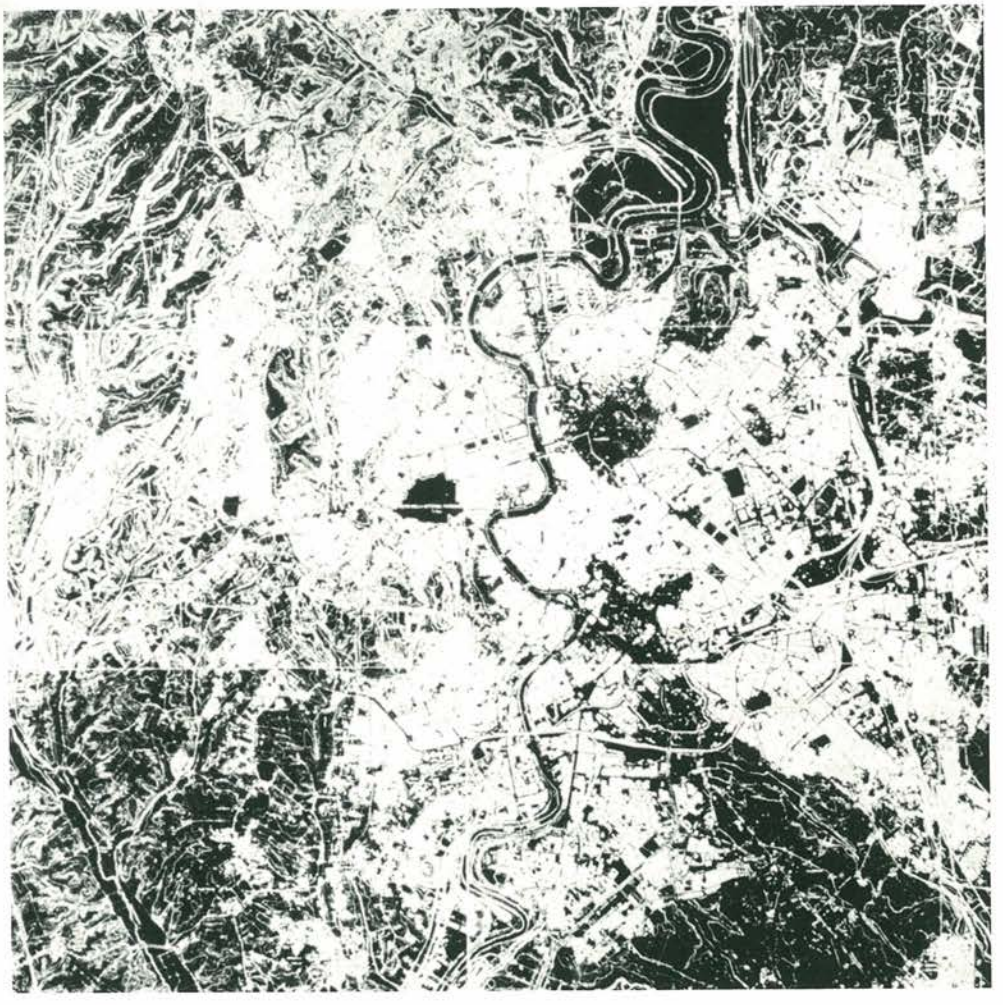
Le piattaforme di osservazione remote, poste a notevole distanza dagli insediamenti, permettono una veduta di insieme che altrimenti non è possibile avere, permettono di lavorare su mappe vive invece che su immagini statiche quali disegni, cartografia spesso obsoleta, etc.

I dati telerilevati sono dati digitali processabili anche in via analogica dall'esperto, in una meravigliosa sintesi delle possibilità del processo digitale di immagine e delle qualità di analisi e sintesi della persona tramite il senso della vista.

Lo studio è stato condotto sull'area metropolitana di Roma con particolare attenzione alla zona più prettamente urbana, cioé quella contenuta all'interno del GRA (Grande Raccordo Anulare) la strada che cinge completamente Roma in un cerchio di circa trenta chilometri di diametro. È bene informare il lettore che la superficie del Comune di Roma è ben più vasta e che il diametro dell'area da esso coperta è circa 50 km (fig. 25).

Per studiare l'area suddetta, quella strettamente urbana, si sono dovute prendere in considerazione 343 scan lines e 370 elementi per un totale quindi 126.910 pixels, essi rappresentano circa 506.640 informazioni numeriche contenute su nastro magnetico relative alle bande per le quali il satellite ha effettuato il rilevamento.

Per quanto riguarda la città, in questo caso, è necessario risolvere le tre definizioni di seguito indicate, alfine di potere utilizzare i dati telerilevati nel processo di piano e per

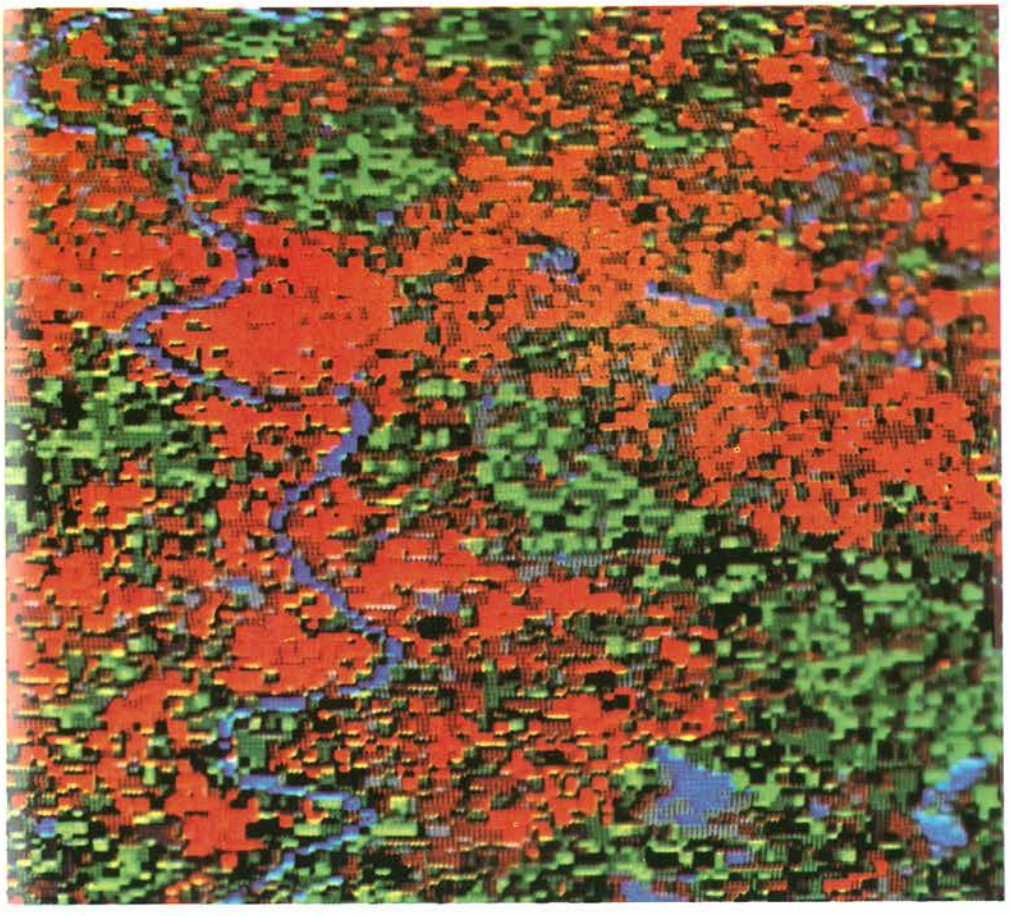


25

(Nota 9) Per dovere scientifico è opportuno informare il lettore degli errori che sono occorsi nella classificazione, per quanto riguarda le firme spettrali dell'acqua del fiume Tevere, a causa del fatto che il fiume possiede all'interno della città un corso notevolmente tortuoso. Questo comporta che la emissione cambi notevolmente da punto a punto in funzione dell'angolo che il sole fa con la superficie dell'acqua, in funzione delle ombre di edifici e vegetazione circostante, in funzione del fatto che il fiume durante il suo corso riceve affluenti che lo modificano nel colore e nella sostanza per quanto concerne il trasporto solido. Per queste ragioni il colore cambia durante il percorso assumendo tonalità spesso molto

Fig. 26 - La figura riproduce una mappa tematica di parte dell'area comunale di Roma ottenuta su videografico a colori: i dati processati sono stati ripresi da una scena del satellite Landsat 2 (vedi nota 7). La mappa rappresentata è stata corretta geometricamente tramite operazioni matematiche sui dati digitali alla scala 1:25.000 e quindi riprodotta su schermo. In questo caso vengono rappresentate tramite i corrispondenti colori le seguenti categorie di copertura del suolo:

Viola: insediamenti.
Verde: verde alto.
Rosso: spazi aperti, verde attrezzato, verde basso.
Celeste: spazi aperti pavimentati, strade, ferrovie, ecc.
Blu: acqua (vedi nota 9).
Nero: non classificato (vedi nota 10).



26

simili a quelle del suolo circostante. È poi importante richiamare l'attenzione sul fatto che il letto del Tevere non è più ampio di circa 100 metri e che non sempre l'acqua lo occupa interamente; la scena utilizzata per realizzare queste mappe era del periodo estivo e questo ha comportato ulteriori problemi relativi alla piccola dimensione del pelo libero dell'acqua. Questi problemi di limitazione della precisione e/o difficoltà di monitoraggio possono essere risolti qualora si utilizzino scene rilevate dal satellite in momenti diversi dell'anno solare.

(Nota 10) Per quanto riguarda la percentuale di area non classificata, essa è funzione delle quantità di pixels che si stanno manipolando, cioé dell'area che si sta classificando. Essa è variata nello studio condotto da un massimo del 9% ad un minimo del 3%. Essa è dovuta nel caso in esame a due fattori, l'uno legato alla non certezza del ricercatore circa la verità a terra desunta da fonti e mappe, per intervenuta modificazione del terreno, per non comprensione della verità al suolo o altro, ed in parte al fatto che alcuni pixels contengono informazioni non processibili perché sono insorti problemi di trasmissione tra il satellite e la stazione a terra, ovvero qualcosa sulla piattaforma non ha funzionato a dovere; ciò significa che mentre parte del non classificato potrà essere eliminato mediante un ulteriore affinamento della classificazione condotto con controlli a terra un'altra percentuale si potrà solo eliminare ricorrendo a tecniche che tenendo conto degli elementi vicini diano informazioni plausibili su quelli dei quali manca l'informazione digitale.

ottenere informazioni di tipo sia qualitativo che quantitativo:

a) la definizione dei bordi dell'insediamento;
b) la definizione delle aree di esempio;
c) la definizione dei parametri necessari per la classificazione del land cover.

Roma in questo studio fu scelta come insediamento tipico ad alta densità con caratteristiche peculiari,posizionato in situazione geografica tale da richiedere una conoscenza dettagliata per ottenere da essa informazioni da riversare nel processo di piano.

La definizione dei bordi è uno tra i problemi che la ricerca relativa alle aree urbane deve affrontare, in prossimità dei bordi infatti avvengono importanti fenomeni ed i problemi di identificazione e di monitoraggio, sono quanto mai onerosi. Solo per citarne alcuni: la variazione di densità dell'insediamento, il degrado urbano, l'aumento o la diminuzione di inquinamento, le nuove tendenze di sviluppo. Così che le aree di bordo sono spesso le più importanti da studiare nelle aree urbane poiché le loro tendenze indicano i futuri indirizzi di sviluppo di tutto quanto l'insediamento.

La definizione delle aree di esempio,in città di notevole entità sono una materia assolutamente non facile da trattare poiché gli insediamenti a largo raggio sono caratterizzati da modificazioni che occorrono in piccolo spazio ed in brevi periodi di tempo al loro interno.

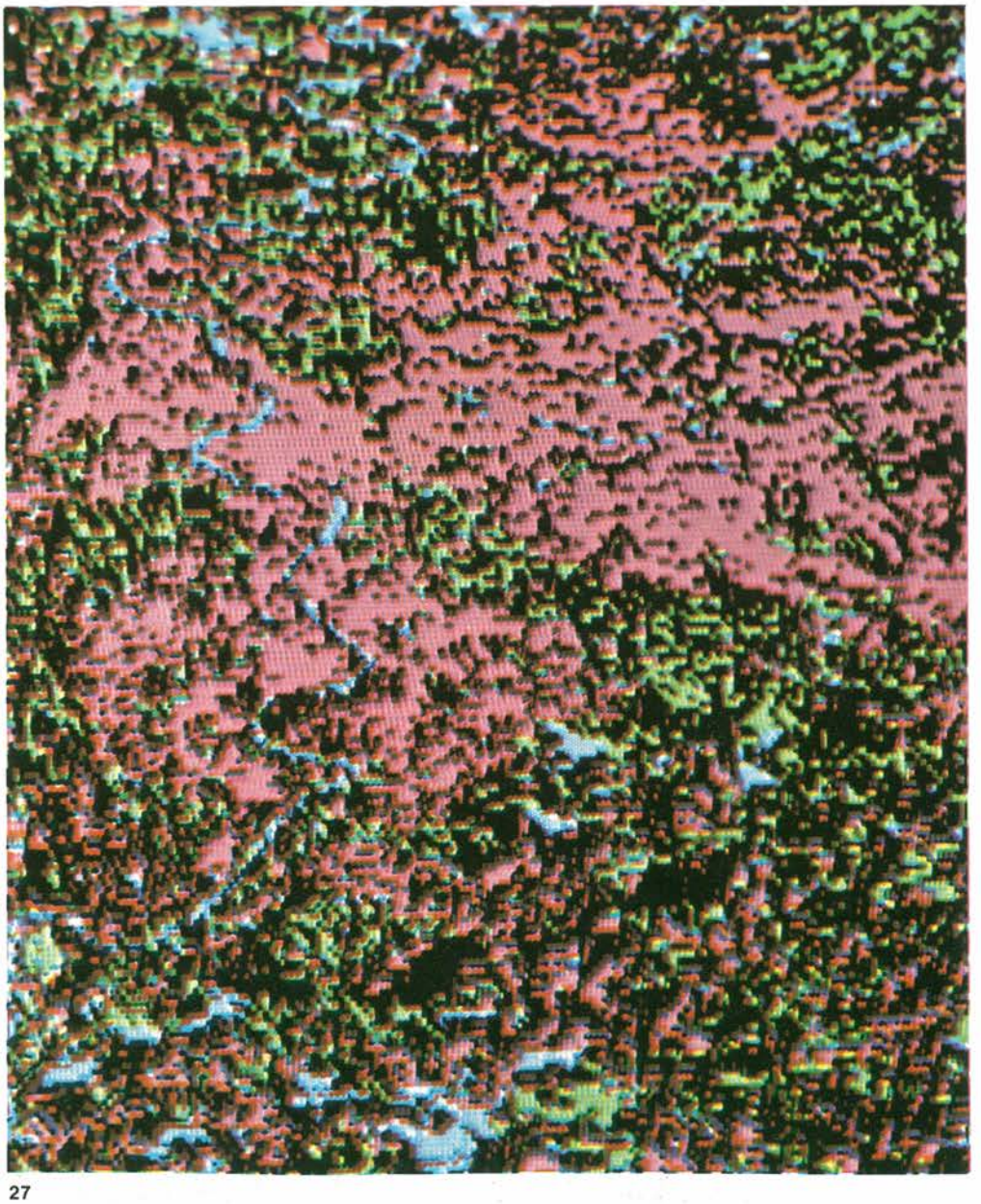
La scelta di aree di esempio è del resto talmente importante che indirizza tutto quanto lo svolgimento dello studio, specialmente quando per la mappazione si usano solamente dati telerilevati. La selezione e la individuazione quindi delle aree di esempio deve essere fatta in tempo breve possibilmente in un momento vicino al passaggio del satellite cui la scena sottostudio si riferisce e deve assicurare una copertura esaustiva delle caratteristiche totali dell'insediamento.

La definizione dei parametri di land cover per la classificazione, è una delle parti fondamentali del processo della pianificazione. Essi sono definiti tramite l'analisi quantitativa condotta su di un insediamento.

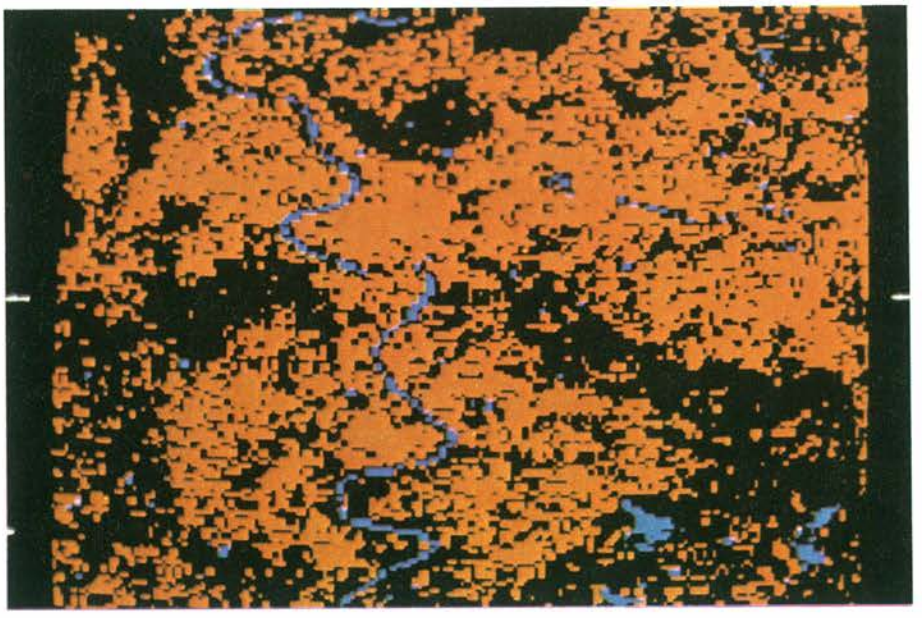
Fig. 27 - La figura mostra la parte centrale dell'insediamento di Roma ad una scala più dettagliata della precedente.
I dati telerilevati dal satellite (gli stessi utilizzati per la realizzazione dell'immagine precedente sono stati corretti geometricamente alla scala 1:15.000 ed è stato classificato il 95 % dell'area.
Le classi individuate rappresentano l'acqua (colore blu), spazi aperti (marrone), verde basso (verde chiaro), verde alto (verde scuro), insediamenti (rosso), non classificato (nero).
Le aree non classificate ammontano in totale al 5 %. La diminuzione percentuale del non classificato rispetto alla fig. 26 dipende dalla maggiore omogeneità riscontrata in questa parte dell'insediamento di Roma.

Figg. 28/29/30 - Operando in maniera interattiva sulla immagine digitalizzata è possibile mettere in evidenza quanto si desidera e come si vuole in tempo reale. La fig. 28 mostra tutta l'area che è stata classificata come coperta da insediamento nella fig. 27: le aree nere sono ovviamente quelle che ricadono in altre classi quali il verde, gli spazi aperti pavimentati, etc. Su questa immagine si è cercata la parte più antica dell'insediamento che a Roma, ad esempio, viene caratterizzata dalle costruzioni con tetto a falda, da una tessitura più compatta, strade strette, edifici molto vicini tra loro, assenza di verde all'interno delle aree edificate etc., si è così ottenuta la fig. 29.
La fig. 30 infine mostra solo il corso del fiume Tevere, nella parte centrale dell'insediamento, all'altezza dell'isola Tiberina esso appare interrotto e sul lato destro dell'immagine appaiono alcuni errori di classificazione dovuti all' allargamento dei limiti delle firme spettrali (vedi nota 9).

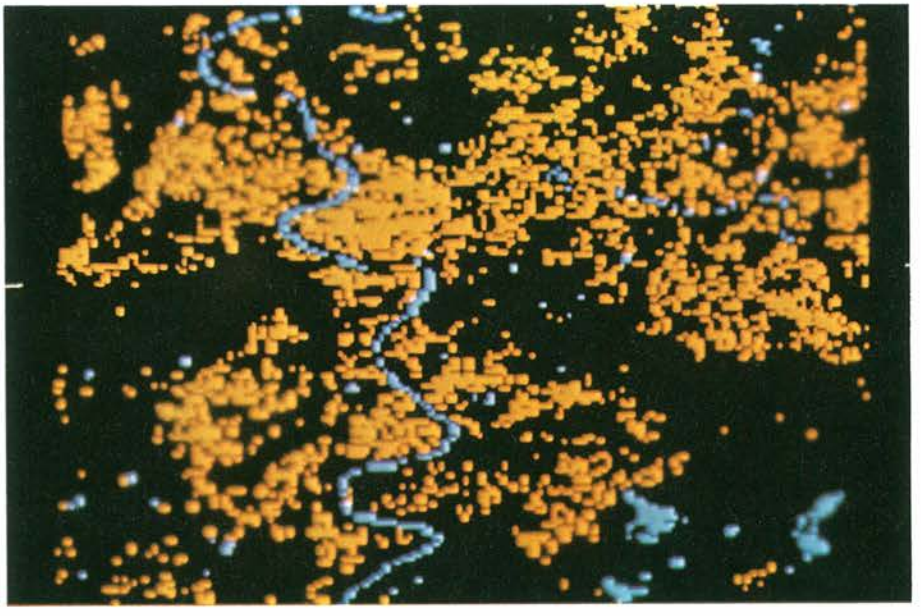
In questa ricerca su Roma furono individuate tre aree di esempio in modo tale da avere una descrizione anche se non esaustiva dell'insediamento, completamente esauriente dal punto di vista dell'analisi preliminare, essa era finalizzata ad individuare quelle classi di land cover che dovevano essere messe in evidenza per utilizzare, nel processo di piano, le informazioni ottenute dai dati telerilevati.
È opportuno mettere in evidenza che, aumentando il numero delle aree di esempio aumenta generalmente anche il numero delle categorie di land cover che possono essere classificate, aumenta comunque anche il dettaglio, cioé l'informazione minuta, che, qualora si trovi in numero sovrabbondante e non ordinato, può in qualche modo disturbare il riconoscimento totale delle caratteristiche dell'intero insediamento. Si tratta in genere di trovare un livello ottimale di dettaglio al quale riferire le classi di land cover, è quindi necessario per ogni studio particolare definire questo livello, avendo ben presente gli scopi della classificazione che si sta facendo. In questo caso gli scopi erano prettamente scientifici, poiché lo studio è stato dimostrativo delle possibilità che un sistema informativo basato sui dati telerilevati può avere.
La verità a terra dell'area urbana di Roma è stata desunta da una foto aerea del 1971 e da una mappa a scala 1:25000 datata 1969 ed ulteriormente aggiornata in alcune sue parti. (Vedi fig. 25)
Operando sulle immagini dei satelliti Landsat con le ipotesi enunciate e tramite il software elencato è stato possibile arrivare ad una classificazione dell'insediamento ed alla redazione di una mappa di copertura del suolo in grado di fornire indicazioni su quello che esiste nell'insediamnto stesso.
La fig. 26 è la rappresentazione su video a colori dell'area centrale dell'insediamento di Roma. La rappresentazione è in falso colore, cioé ogni colore rappresentato denuncia una categoria di copertura del suolo è non è certo il colore che fruirebbe un osservatore da una piattaforma posta a grande distanza dalla superficie terrestre. La figura va letta confrontandola con la fig. 25.
La fig. 26 è un'immagine discreta, digitalizzata tramite lo scanner del satellite, dell'in-



27



28



29

30

sediamento di Roma, la fig. 25 invece è un'immagine visibile, essa appartiene al sottoinsieme delle figure e più precisamente a quello dei disegni.

È ovvio che una immagine digitalizzata può essere facilmente trasformata in una funzione matematica, mentre per trasformare un'immagine visibile occorre eseguire una digitalizzazione.

Tra le comodità maggiori nel disporre di un'immagine digitalizzata da satellite è la interattività.

È possibile infatti, a seguito della digitalizzazione, eseguire sull'immagine tutte quelle operazioni che ne permettono la interpretazione ed elaborazione. Tramite ingrandimenti ad hoc è possibile entrare nei dettagli della tessitura dell'insediamento, studiare le qualità e i rapporti tra aree; la scelta e modifica dei colori permettono di enfatizzare differenze e modificazioni intervenute; la selezione di alcuni colori permette di localizzare i fenomeni importanti e di quantizzarne le entità.

Le figg. 27/28/29/30 sono un esempio di quello che è stato fatto nello studio dell'area centrale dell'insediamento di Roma.

È ormai scontato che il processo di immagine applicato allo studio degli insediamenti fornisce risultati utili alla pianificazione ed alla presa di decisioni.

Ancor prima del processo di immagine è stata però utilizzata la computer grafica per lo studio degli insediamenti.

La redazione di mappe tematiche da computer già approntata in diversi centri di ricerca degli Stati Uniti alla fine degli anni sessanta, ha trovato nella messa a punto del programma SYMAP dell'HARVARD LABORATORY FOR COMPUTER GRAPHICS AND SPATIAL ANALYSIS un avvio tra i più brillanti.

Quello che si sta oggi sviluppando e sul quale vengono impiegate le maggiori energie è la connessione tra computer grafica ed image processing.

A tal proposito ho avuto modo di indagare l'applicazione della computer grafica allo stesso insediamento della città di Roma.

Quanto viene di seguito esposto, è una delle prime applicazioni in Italia di computer grafica allo studio del territorio e probabilmente il primo per quanto concerne una grande città.

Sono stati utilizzati i seguenti strumenti e supporti cartografici:

— Carta 1:50.000 del Comune di Roma con indicazione dei confini circoscrizionali.
— Digitizer: per la digitalizzazione di grandi mappe. Il digitizer utilizzato è di tipo ad asta ed è collegato ad un sistema per la immissione delle informazioni di carattere digitale direttamente negli archivi dei dati.
— Elaboratore: con il quale si colloquia direttamente da terminale, fornito di biblioteca di programmi di computer grafica orientata alle tematiche della elaborazione dati per la pianificazione territoriale.
— Plotter piano: di piccole dimensioni per la redazione di disegni, mappe, etc. Il plotter è guidato dallo stesso terminale attraverso il quale si colloquia con il computer principale.
— Minicomputer: per il trattamento dei dati elaborati da e per il computer principale, al servizio del video a colori.
— Video a colori: per la rappresentazione di immagini, direttamente interattivo.

Sono stati inoltre utilizzati alcuni dati (solo a titolo di esemplificazione) per ciascuna delle circoscrizioni di Roma desunti dai documenti del Comune.
La prima operazione condotta sulla mappa del Comune di Roma è stata la digitalizzazione dei confini comunali e di quelli di ciascuna circoscrizione. I confini delle 20 circoscrizioni e della Città del Vaticano sono stati codificati mediante circa tremila punti (in questo caso tale approssimazione è stata considerata sufficiente per una descrizione dettagliata).
Di ciascun punto sono state rilevate le coordinate nel piano x, y ed archiviate secondo un sistema di gestione di files. Tale sistema di gestione dei files è organizzato in maniera tale che è possibile leggere uno o più files per volta ed ogni files si riferisce ad una circoscrizione; si sono quindi create in totale 20 files più uno per la città del Vaticano, che rappresenta uno stato estero, esso è stato sempre valutato dal punto di vista dei dati uguale a zero.
Una volta immessi nel computer principale, i suddetti files sono stati controllati in maniera tale da essere sicuri che non ci fossero errori dovuti alla digitalizzazione ed alla trasmissione dati: operazione di pulitura dei files.

Sono stati poi creati files per i dati che si volevano esaminare: ciascun file contiene i valori che in ciascuna circoscrizione raggiunge il parametro considerato. Vengono di seguito riportati:

1) il valore in mq. di parchi e spazi aperti;
2) il numero delle scuole;
3) il numero degli ospedali;
4) il numero delle grandi attività commerciali (supermarkets);
5) il numero degli utilizzatori del servizio di Nettezza Urbana;
6) il numero delle famiglie residenti;
7) il numero degli abitanti;
8) la densità (numero abitanti/kmq. di superficie totale).

I dati presi in considerazione sono riportati in tabella N. 1. Una volta in possesso dei dati geografici di ciascuna circoscrizione e dei dati per ciascuna di esse relativi ai parametri considerati si è trattato di rappresentare mediante le mappe tematiche relative a ciascun parametro per tutto l'insediamento del Comune di Roma e di avviare un processo colloquiale con l'archivio di dati al fine di trarre da esso informazioni utili alla pianificazione.

Le figg. 31/32/33 rappresentano in maniera sinottica i risultati ottenuti mediante il sistema descritto. È da rilevare immediatamente che, poiché esse sono rappresentate su supporto cartaceo, sono limitate nella loro caratteristica principale cioé la interattività anche se è possibile compiere più facilmente su di loro operazioni di sintesi che a volte è complicato compiere su le immagini che scorrono su un video.
Quello che viene rappresentato sotto forma di immagini, bidimensionali, tridimensionali e a colori nelle figg. 32 e 33 è espresso sotto forma di numeri nella tabella N. 1. In essa per ciascuna circoscrizione vengono mostrati i valori che ciascun parametro raggiunge ed i totali per ciascuna voce. Nella tabella N. 1 si hanno in totale 180 numeri e la loro comprensione è poco agevole ed alquanto difficile la loro comparazione. Manca poi assolutamente l'indirizzo geografico cioé la allocazione del dato sul territorio. Cosicché ad un operatore poco esperto della situazione territoriale della città di Roma è quasi impossibile riferire ciascun dato alla relativa entità territoriale, in questo caso la circoscrizione. Dalla tabella, cioé, si conosce il dato non si sa però dove esso risiede sul territorio.
I 180 numeri della tabella sono stati ridotti a otto immagini nelle figg. 32 e 33.
Le immagini non solo ci informano della posizione sul territorio del dato ma trasformano il dato stesso in una quantità analogica, sia essa il tono di grigio, la quota o il colore. Si mette così in grado l'osservatore di procedere alla comprensione ed alla valutazione del fenomeno sfruttando le sue doti più naturali quale ad esempio quella di distinguere i colori o di essere sensitivo a differenti tonalità di grigio.

Le figg. 32/33 contengono immagini identificabili per la loro posizione secondo le righe, ciascuna delle quali rappresenta uno dei parametri riportati in tabella N. 1 e secondo le colonne, ciascuna delle quali mostra un modo diverso di rappresentare e comunicare graficamente il valore che ciascun parametro raggiunge in ciascuna circoscrizione del Comune.

La terza colonna mostra immagini a tonalità di grigio dell'intero Comune di Roma, diviso nelle 20 circoscrizioni, prodotte da stampante di computer mediante overprint. Le tonalità usate in questo caso sono dieci. La più scura indica i confini di ciascuna circoscrizione ed anche la classe più elevata nella quale possono ricadere i valori del parametro esaminato.
La seconda colonna presenta immagini disegnate mediante plotter. Esse usano lo stesso archivio dati delle altre due colonne e fanno uso della stessa classificazione in dieci intervalli della differenza tra valore massimo e minimo del singolo parametro.

La rappresentazione tridimensionale aiuta ad una comprensione del fenomeno sotto studio più immediata di quello che fanno le mappe tematiche. È necessario però possedere il codice che permetta di vedere tridimensionalmente un intero comune, cosa questa non facile perché, anche sorvolan-

La tabella mostra i parametri presi in considerazione dallo studio dell'insediamento di Roma. In essa viene espresso il valore di ciascun parametro per ciascuna circoscrizione, i dati sono di fonte comunale (1971).

Circo-scrizione N.	Parchi e spazi aperti in mq.	Scuole	Ospedali	Grandi attività commerciali	Utilizzatori serv. N. U.	Famiglie residenti	Abitanti	Densità per kmq ab/kmq
1	1.787.262	94	29	23	87.738	54.320	167.269	11.746,42
2	2.597.029	68	19	20	82.575	57.741	172.608	12.588,96
3	118.810	17	16	5	40.694	28.791	86.401	14.871,08
4	249.058	67	12	14	67.295	54.749	179.628	1.837,16
5	119.945	61	6	10	43.319	39.168	137.182	2.835,80
6	270.227	50	8	12	63.013	53.454	182.548	23.107,34
7	51.403	54	7	8	45.272	42.604	152.436	7.970,51
8	48.996	69	1	6	43.125	26.693	102.476	872,32
9	145.043	44	12	9	76.659	64.118	197.935	24.897,48
10	105.846	52	8	8	60.413	46.199	164.000	43.386,24
11	391.001	52	11	12	33.075	46.292	152.442	3.207,62
12	427.508	62	5	7	28.779	15.763	64.449	340,28
13	11.514.559	54	5	10	47.335	27.587	99.885	627,81
14	66.373	54	2	2	11.241	8.040	29.630	131,59
15	167.002	38	7	9	58.814	45.851	156.181	5.012,23
16	1.961.235	44	22	13	59.751	52.692	175.703	2.285,57
17	614.927	29	17	7	32.342	38.008	111.291	19.105,75
18	86.065	53	21	9	49.698	38.757	132.542	2.075,83
19	31.842	66	9	8	79.605	54.125	190.864	1.432,67
20	714.103	75	14	3	37.995	32.038	113.120	574,58
Totali	21.468.224	1.103	226	195	1.051.738	826.990	2.768.590	8.945 (media)

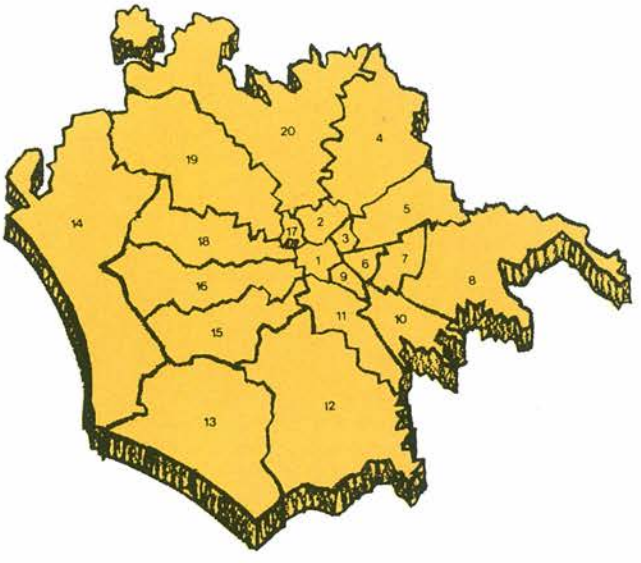


Fig. 31 - Divisione in circoscrizioni amministrative del Comune di Roma.

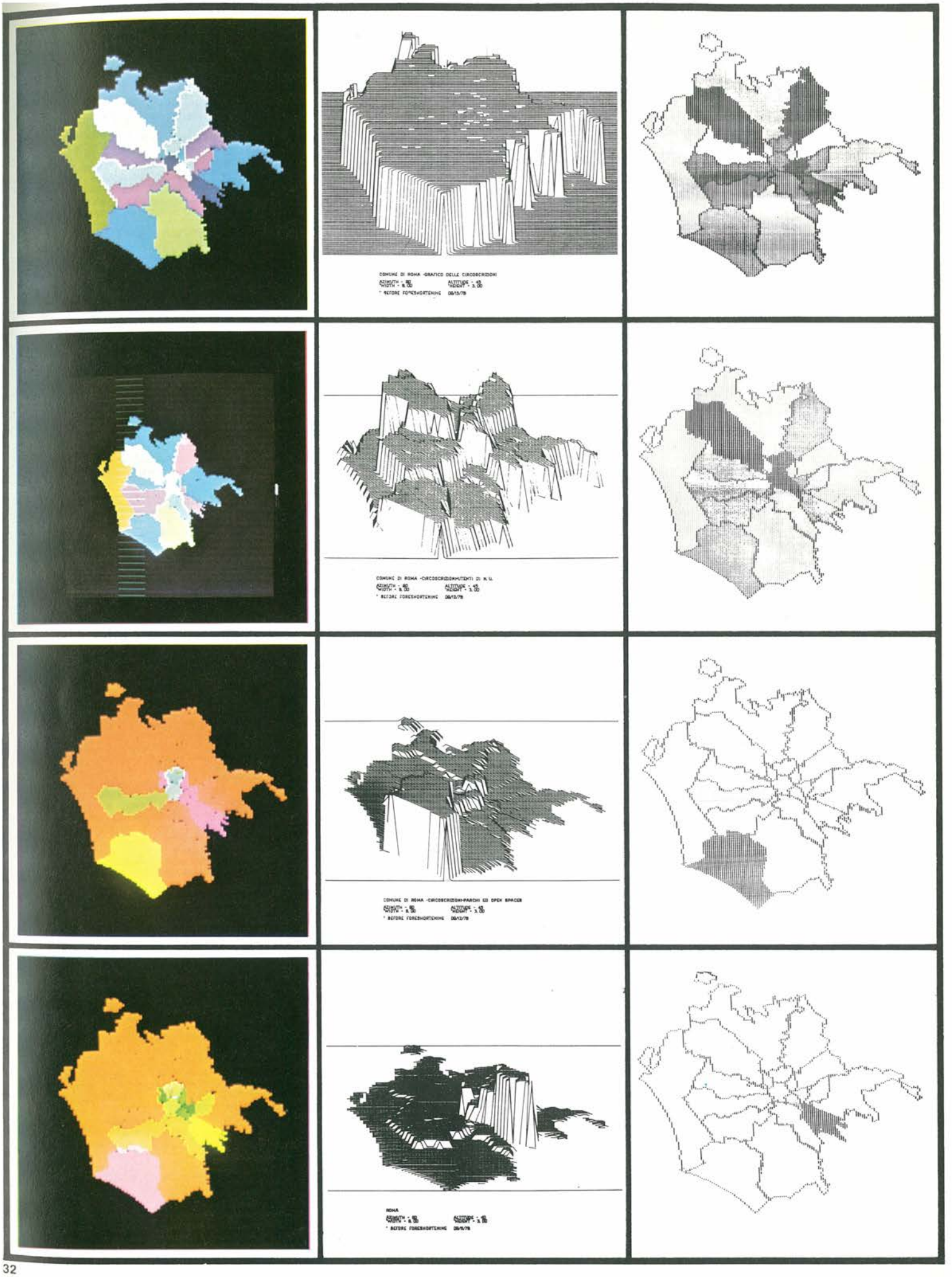
Vengono rappresentati gli utenti di N. U. (Nettezza Urbana) per circoscrizione. In accordo con quanto mostrato dalla striscia sovrastante, il carico d'utenze di N. U. appare maggiore nelle circoscrizioni già caratterizzate da un numero elevato di abitanti e di famiglie residenti.

Fig. 32/33 - In ciascuna delle striscie delle figg. 32 e 33 viene rappresentato uno dei parametri della tabella N. 1 rilevato per ciascuna delle venti circoscrizioni che compongono il Comune di Roma.
Nella prima colonna la rappresentazione è realizzata su video a colori, nella seconda mediante plotter, nella terza mediante stampante di computer.
In questo ultimo tipo di rappresentazione (mediante stampante) il tono di grigio è direttamente proporzionale al valore raggiunto dal parametro nella singola circoscrizione. Ciò significa che più è scuro il tono di grigio e maggiore è il valore del parametro.
Nel caso di rappresentazione mediante plotter viene disegnata in maniera tridimensionale ciascuna circoscrizione e viene assegnata alla dimensione verticale il valore che in quella circoscrizione raggiunge il parametro sotto studio.
La scala dell'altezza è riportata a lato del disegno.
Nella rappresentazione tramite video ciascuno dei dieci colori rappresenta una delle dieci tonalità di grigio mediante le quali sono state stampate le mappe ed uno degli intervalli nei quali è stata suddivisa l'altezza dei solidi rappresentati nella seconda colonna.
Per tutti e tre i metodi di rappresentazione, ciascuno dei dieci colori, intervalli di altezza e toni di grigio è rappresentativo di uno dei dieci intervalli (classi) nei quali è stata suddivisa la differenza tra il valore massimo e quello minimo per ciascun parametro rilevato in tutte le circoscrizioni.
Per quanto riguarda la rappresentazione tramite colori essi vengono elencati di seguito in ordine crescente cioè da quello che rappresenta il valore più basso a quello che rappresenta quello più alto: rosso, marrone, verde, smeraldo, blu mare, blu cielo, viola brillante, grigio, bianco.

È rappresentato il numero di abitanti per circoscrizione.
Le circoscrizioni convergenti verso il centro (Circoscrizione 1) sono quelle che hanno il maggiore numero di abitanti formando quasi una X con il centro storico, baricentro dell'intera area comunale.
In questo caso al fine di abituare l'osservatore alla visione prospettica dei confini della città essi sono stati disegnati mediante plotter assegnando un valore fittizio al parametro rappresentato sull'asse verticale, in modo tale che tutta l'area del comune di Roma risultasse formare un basamento sul piano di appoggio ideale.

Sono rappresentati i parchi e gli spazi aperti destinati a verde pubblico dell'intero insediamento.
Solo tre circoscrizioni si caratterizzano per la presenza di dosi massicce di verde. Quella contenente il Parco del Lido di Roma ed altre due si caratterizzano per la presenza di grandi quantità di superfici verdi; le altre circoscrizioni sono state tutte raggruppate nella prima classe di appartenenza.

È rappresentato il valore del parametro della densità di popolazione.
È facile individuare immediatamente la spina ad alta densità formata dalle circoscrizioni nell'area sud-est dell'insediamento.
Tutto il territorio comunale è peraltro caratterizzato da densità non elevata mentre è da notare che le zone a più elevata densità sono caratterizzate dall'assenza e non vicinanza di grandi spazi verdi come è possibile notare tramite il raffronto con la striscia sovrastante.

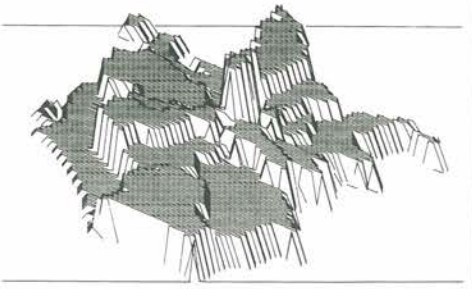

COMUNE DI ROMA -GRAFICO DELLE CIRCOSCRIZIONI
COMUNE DI ROMA -CIRCOSCRIZIONI-UTENTI DI N.U.
COMUNE DI ROMA -CIRCOSCRIZIONI-PARCHI ED OPEN SPACES
ROMA

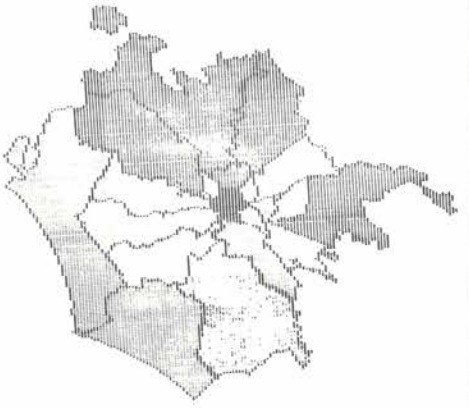
Per ogni circoscrizione è riportata in questa striscia il numero delle grandi attrezzature commerciali ivi presenti.
Il centro storico risulta essere più dotato, ma anche altre circoscrizioni sono alquanto fornite in accordo con la presenza di una notevole densità di popolazione e residenziale.

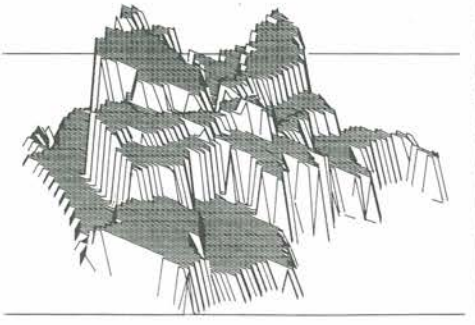
È rappresentato il numero di famiglie residenti per circoscrizione.
È da notare che anche se elevato il valore raggiunto dal centro storico non è il massimo e che altre circoscrizioni residenziali al suo ridosso raggiungono invece il valore massimo.

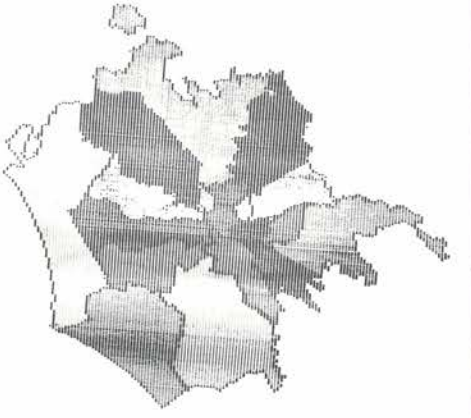
È rappresentato il numero delle strutture sanitarie più importanti, ospedali e cliniche per ciascuna circoscrizione. È possibile notare come il centro storico sia ancora privilegiato rispetto alle altre circoscrizioni.

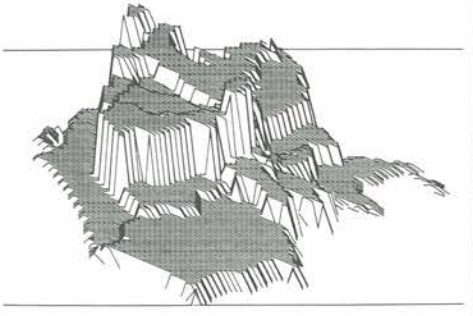
È rappresentato il numero delle attrezzature scolastiche in ciascuna circoscrizione.
Esso risulta alto in quasi tutte le circoscrizioni anche se il centro storico risulta anche in questo caso privilegiato.

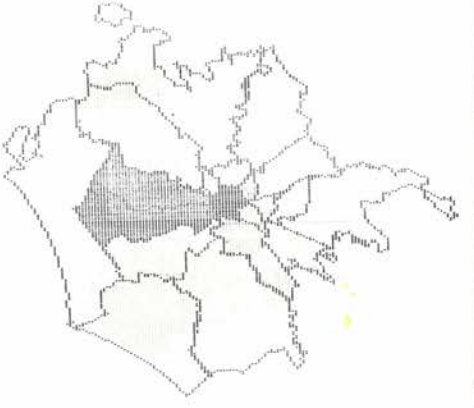

COMUNE DI ROMA -CIRCOSCRIZIONI-ATTREZZATURE COMMERCIALI
AZIMUTH = 60
WIDTH = 8.00
ALTITUDE = 45
HEIGHT = 3.00
* BEFORE FORESHORTENING 08/12/78

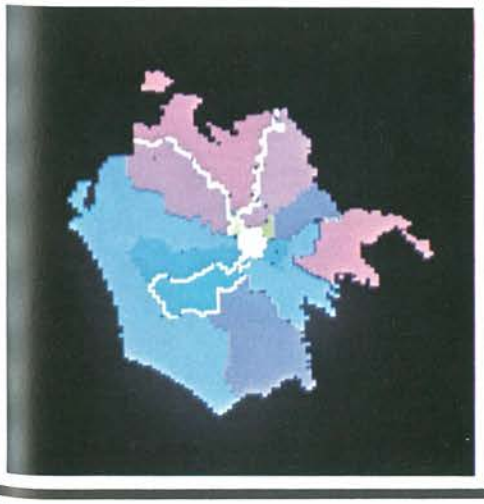


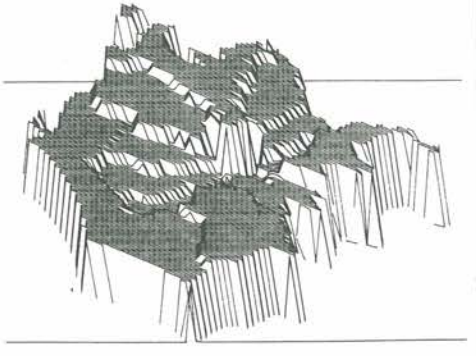

COMUNE DI ROMA -CIRCOSCRIZIONI-N. FAMIGLIE RESIDENTI
AZIMUTH = 60
WIDTH = 8.00
ALTITUDE = 45
HEIGHT = 3.00
* BEFORE FORESHORTENING 08/12/78




COMUNE DI ROMA -CIRCOSCRIZIONI-ATTREZZATURE SANITARIE
AZIMUTH = 60
WIDTH = 8.00
ALTITUDE = 45
HEIGHT = 3.00
* BEFORE FORESHORTENING 08/12/78






COMUNE DI ROMA -CIRCOSCRIZIONI-ATTREZZATURE SCOLASTICHE
AZIMUTH = 60
WIDTH = 8.00
ALTITUDE = 45
HEIGHT = 3.00
* BEFORE FORESHORTENING 08/12/78

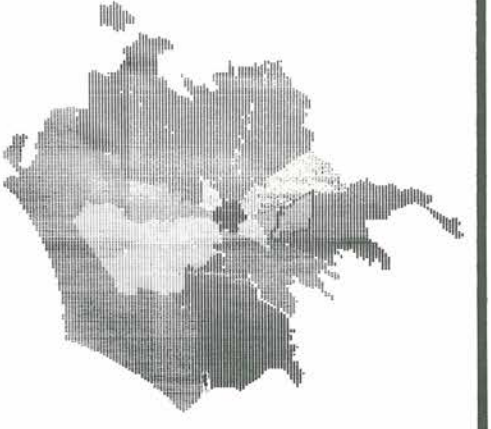
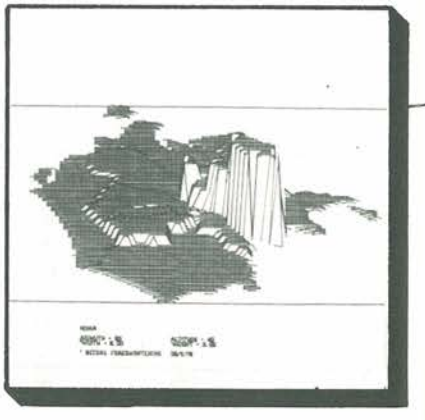
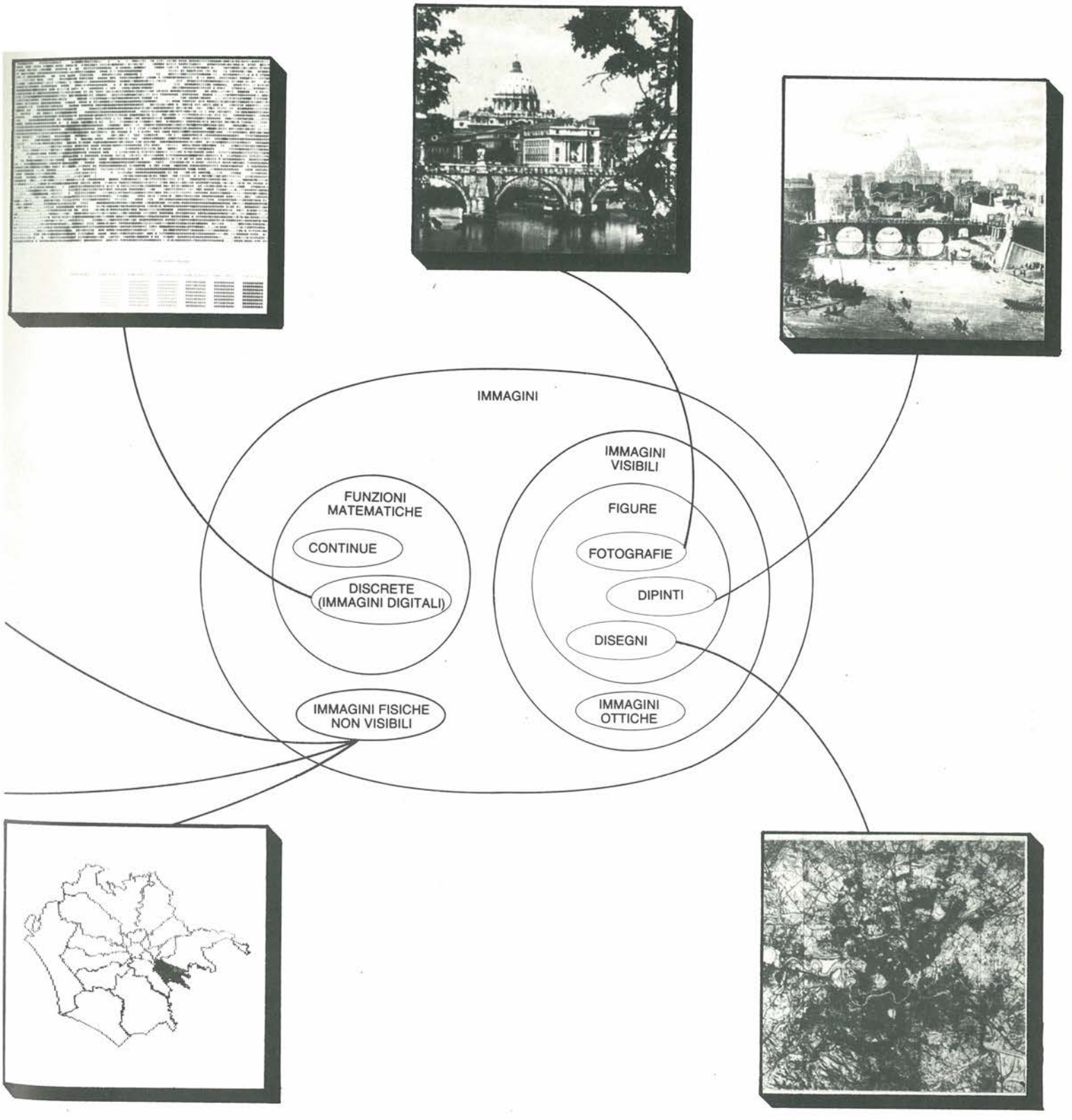


Fig. 34 - Le varie immagini utilizzate nello studio di Roma tramite dati da satellite e sistemi di computer grafica sono state sintetizzate e classificate tramite la sistemazione proposta da Castelman (vedi fig. 22).

dolo, solo alcuni confini amministrativi seguono caratteristiche fisiche del territorio ben riconoscibili (ad esempio il fiume Tevere), gli altri per lo più sono di difficile lettura e non sono segnalati sul terreno in alcun modo.
Una volta però che si è diventati familiari alle rappresentazioni tridimensionali di dati forniti di indirizzo geografico, esse sono particolarmente potenti e tali da permettere analisi immediate di larghi spazi ed estensioni geografiche.
In questo caso non si è fatto altro che riportare, in ordinata, per ogni punto appartenente a ciascuna circoscrizione il valore raggiunto dal parametro sotto studio, secondo una scala divisa in dieci parti. I confini circoscrizionali non sono stati individuati in maniera a sé stante e quindi appaiono solo se una circoscrizione appartiene ad un intervallo diverso da quello delle confinanti, in tal caso si nota il salto tra l'una e l'altra mentre l'immagine della pianta appare deformata dalla vista assonometrica utilizzata.
È possibile scegliere qualunque punto di vista per disegnare l'immagine tridimensionale e questo facilita la possibilità di fruire, da punti di vista diversi, caratteristiche nascoste dal tipo rappresentazione.
La prima colonna mostra le immagini ottenute sul video a colori. Esse sono le stesse mappe della terza colonna rappresentate mediante colori. La fruizione diventa in questo caso più immediata e la interattività dello schermo permette di cambiare i colori a piacimento spegnendone alcuni, o mettendone altri come se si disegnasse su una mappa con l'aiuto di pennarelli.
Anche disponendo di archivi con immagini già sottoforma digitale, esclusi quindi i tempi di elaborazione, il tempo necessario per ottenere ciascuno dei tre tipi di immagini presentate nelle tavole varia in funzione dell'attrezzatura usata come outpu e del tipo della stessa. In questo caso le mappe a toni di grigio sono state ottenute da una stampante di computer lenta ma molto precisa in circa un minuto e mezzo l'una, i disegni da plotter, realizzati mediante plotter piano da tavolo con penna scrivente di tipo tradizionale, hanno richiesto circa cinque minuti l'uno, mentre le immagini a colori si completano sul display in pochi secondi. La fig. 34 è un compendio del tipo di immagini utilizzate nella ricerca che è stata brevemente descritta.

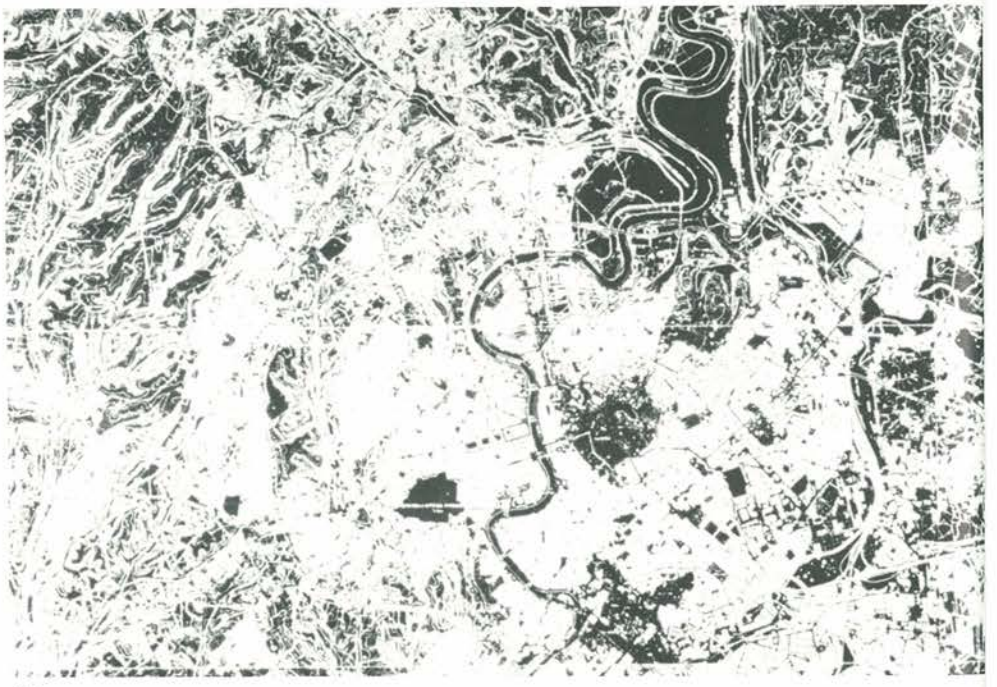
È importante notare come ciascun tipo di immagine trova posto in un sottoinsieme dell'insieme più generale delle "immagini". Quelle derivanti dal processo di immagine ricadono nell'ambito delle funzioni matematiche poiché sono state costruite mediante una digitalizzazione della realtà esistente; esse sono però di tipo discreto in quanto la digitalizzazione fatta è stata eseguita discretizzando la realtà esistente.
La computer grafica invece fornisce immagini fisiche non visibili in quanto esse sono un'interpretazione della realtà tramite leggi geometriche, esse possono essere realizzate in maniera diversa, tramite colore su CRT, tramite una rappresentazione tridimensionale o semplicemente mediante tonalità di grigio.
Nei capitoli che seguono si entra nel merito di come creare le immagini di computer grafica, se in modo continuo o discreto, e si descrivono le apparecchiature in grado di farlo.
Esse a parte però il modo di creazione delle immagini, cioè la loro presentazione, non escono dal sottoinsieme delle immagini fisiche non visibili in quanto la realtà non contiene a priopri nessuna delle immagini create in questo ambito.
Le immagini visibili sono quelle alle quali siamo più abituati e quelle tramite le quali si effettua la comunicazione visiva tradizionale, fotografia, disegno e pittura.
Uno stesso insediamento, un oggetto in genere può essere descritto tramite una qualunque delle immagini contenute nel diagramma, ogni immagine mette in evidenza caratteristiche particolari ed è utile per scopi di indagine e presa di decisione: non è possibile utilizzare immagini diverse per scopi diversi da quelli per i quali essa è stata creata.



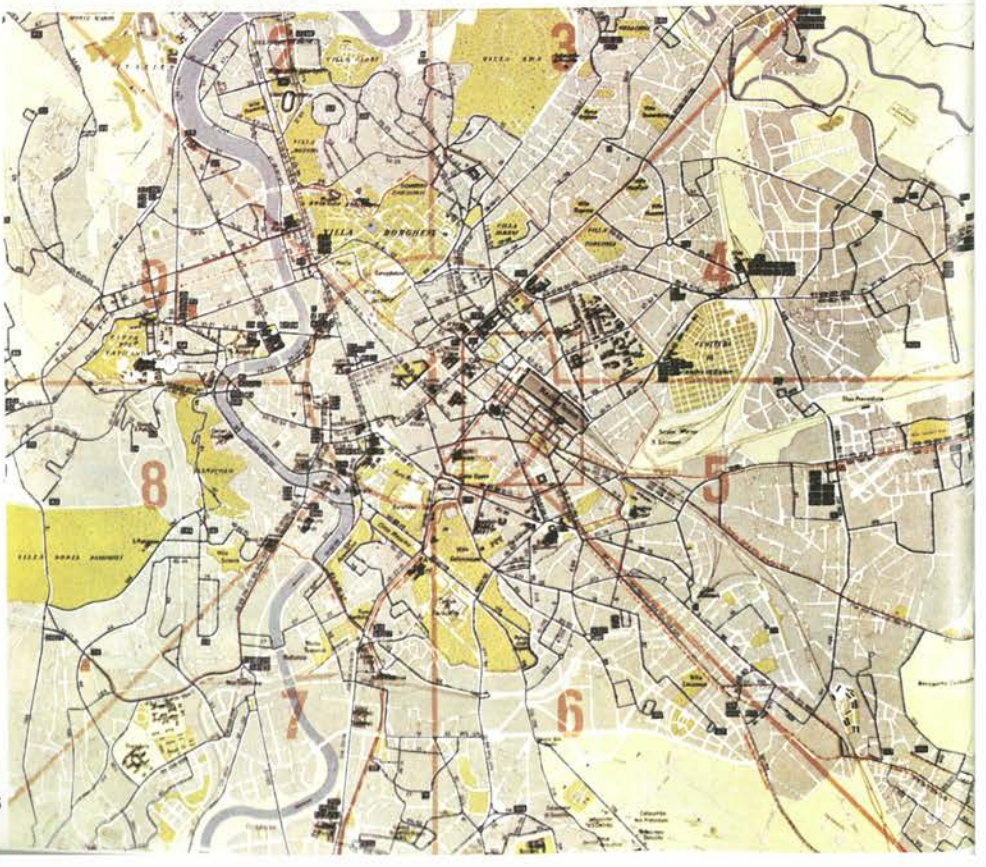

IMMAGINI
FUNZIONI MATEMATICHE
CONTINUE
DISCRETE (IMMAGINI DIGITALI)
IMMAGINI FISICHE NON VISIBILI
IMMAGINI VISIBILI
FIGURE
FOTOGRAFIE
DIPINTI
DISEGNI
IMMAGINI OTTICHE

1.3 L'immagine nei sistemi informativi

L'immagine viene comunemente utilizzata per comunicare messaggi anche specialistici a persone non specializzate facendo uso di codici.
Nella città, ad esempio, per la comunicazione di informazioni ai cittadini, l'uso di codici è sempre più ampio e la comunicazione tramite immagini è tra le più usate, anche se di fatto spesso non se ne usano pienamente le sue caratteristiche migliori.
Uno degli esempi più caratteristici è la mappa dei trasporti che viene fornita agli utenti del trasporto pubblico.
La fig. 35 rappresenta una mappa di Roma usata dall'azienda filotranviaria come base per descrivere i percorsi delle linee di trasporto della città. La mappa rappresentata in fig. 36 mostra proprio la carta dei trasporti pubblici, sulla precedente sono infatti state rappresentate le tratte percorse da ciascuna linea e sopra ogni linea è stato indicato il nome della linea stessa. La mappa in questione dal punto di vista dei percorsi dei trasporti è a basso contenuto di informazione.
Su di essa si possono solamente compiere operazioni di equivalenza verificando la intersezione o meno di più segmenti e le connessioni tra segmento e segmento.
D'altra parte la mappa che è stata usata per base (vedi fig. 35) è una tipica carta geografica della città. Essa risulta povera di informazioni orientate all'utilizzatore specializzato (mancano informazioni sull'altimetria, alcune strade non esistono, etc.) ed incomprensibile per l'utilizzatore non specializzato il quale non è padrone dei codici utilizzati nel disegno della mappa.
La conclusione è che mappe del genere (vedi fig. 36) sono di difficile comprensione poiché non è stata attentamente valutata la informazione che si voleva fornire all'utente.
Esiste la possibilità di fornire informazioni circa i trasporti di un grande insediamento facendo uso di mappe che non contengono informazioni geografiche.
Le figg. 37 e 38 ne sono un esempio.
È opportuno notare che una immagine può rappresentare in varie maniere uno stesso soggetto per vari scopi.
La fig. 39 rappresenta la mappa di un labirinto. Lo stesso labirinto può essere rappresentato mediante un grafo (nota 11) cioé mediante vertici e spigoli (vedi fig. 40).



35



36

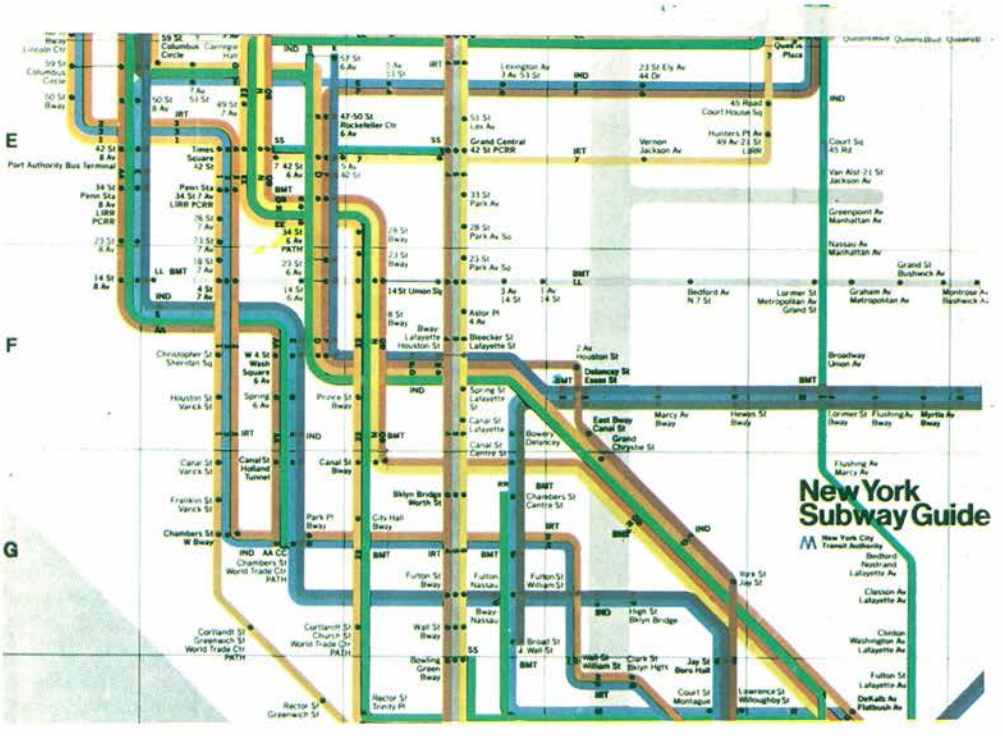
Fig. 35 - Mappa di Roma utilizzata come base per descrivere i percorsi delle linee di trasporto della città.

Fig. 36 - Mappa dei trasporti pubblici nella città di Roma.
Sulla mappa mostrata nella fig. 35 opportunamente elaborata sono state sovrapposte le tratte percorse da ciascuna linea di trasporto.

Fig. 37 - La figura rappresenta i trasporti di superficie su gomma, su rotaia ed i trasporti sotterranei della città di Boston. Essa è stata trattata in maniera tale da fornire all'utente solamente alcuni punti di riferimento del tessuto cittadino nel dettaglio, mettendo in evidenza alcuni particolari nodi del trasporto in modo tale che l'utilizzatore che abbia bisogno di effettuare scambi sulla rete di trasporto si trovi avvantaggiato nella comprensione dell'intersezione delle linee.

Fig. 38 - La figura mostra la mappa delle linee sotterranee del centro di Manhattan (New York). In questa mappa, poichè si tratta di linee sotterranee non esiste alcun riferimento con la superficie se non tramite i nomi delle fermate ed alcuni punti di orientamento di massima quale il fiume, Central Park e pochi altri. È interessante notare che poichè le linee hanno spesso lo stesso percorso su livelli differenti per facilitare la lettura del percorso di ciascuna linea sono stati utilizzati colori diversi per ciascuna di esse e sono stati messi in evidenza i punti di connessione e di scambio tra le linee.
La mappa così realizzata è un tipico esempio di grafo realizzato in due dimensioni, mentre in realtà esso sarebbe a tre dimensioni poichè le linee sotterranee si sviluppano su più livelli. È da notare che nessuna indicazione viene fornita per quanto riguarda le strade di superficie, è quindi necessario qualora non si conosca l'ubicazione sulla superficie di ciascuno dei vertici del grafo (uscita pedonale della linea sotterranea) l'uso di un'altra carta che possa fornire le informazioni di carattere locazionale; la mappa è quindi dedicata esclusivamente all'informazione relativa al trasporto sotterraneo (trascura tutto il trasporto di superficie). Essa è però ad elevato contenuto informativo dedicata allo scopo del trasporto pubblico ed è orientata all'utilizzatore non specializzato ma abituale.

37



38

(Nota 11) La matrice di incidenza di un determinato grafo è una matrice dove le righe rappresentano i vertici e le colonne gli spigoli del grafo. Il generico elemento Aij ha valore di 1 se lo spigolo j è incidente al vertice i altrimenti ha valore zero. Una matrice di adiacenza per un generico grafo di n vertici è una matrice simmetrica di n per n, le colonne e le righe rappresentano i vertici del grafo e ciascun elemento della matrice risulta essere uguale a uno se esiste una connessione (spigolo) tra il vertice i e quello j, è uguale a zero in caso contrario.

La stessa mappa rappresentata in fig. 39 ed in fig. 40 può anche essere rappresentata mediante una matrice di adiacenza (vedi nota 11) come appare in fig. 41.
Ciascuno di questi tre sistemi di rappresentazione è funzionale al sistema di redazione e conservazione della immagine. Il primo ad esempio può essere utilizzato convenientemente per lo studio dei particolari architettonici ed ambientali del giardino e deve essere redatto mediante strumenti di disegno convenzionali. La seconda rappresentazione è realizzabile senza sistemi convenzionali di disegno e si presta alla comunicazione a distanza del disegno senza che venga trasmessa l'immagine. La terza rappresentazione infine è una delle maniere per conservare in una macchina per il calcolo automatico (computer) una delle caratteristiche fondamentali del disegno del labirinto: quella della adiacenza dei vertici. Ogni grafo può essere infatti conservato nella memoria del computer mediante un gruppo di coordinate che rappresentino ciascun vertice ed una matrice di adiacenze.
È interessante sperimentare come sia possibile dalle rappresentazioni del giardino estrarre l'informazione che più interessa il visitatore: come guadagnare l'uscita. Si tratta di rappresentare una delle possibilità partendo dal punto A (entrata) per giungere al punto B (uscita). Qualora si fosse scelto di rappresentare il cammino su un tipo di rappresentazione convenzionale si otterrebbe la fig. 42, qualora invece si facesse uso di grafi si otterrebbe la fig. 43, ed infine l'insieme di vettori rappresentati in fig. 44 fornirebbero nel caso che si stesse utilizzando una macchina per il calcolo automatico il cammino da percorrere.
È interessante notare che anche se ognuna delle rappresentazioni ha in sé lo stesso contenuto informativo ognuna di esse è funzionale ad una utilizzazione e soprattutto ciascuna di esse è orientata ad un utilizzatore invece che ad un altro.
Si riconosce allora che la prima rappresentazione del giardino (vedi fig. 39) è quella che meglio trasmette informazioni ad un utente non specializzato (sarebbe ad esempio la pianta tipica da fornire ad un turista) e che la prima rappresentazione della via per guadagnare l'uscita (vedi fig. 42) è quella che meglio porterebbe alla salvezza uno sprovveduto visitatore: tutto questo perché l'uomo possiede generalmente un enorme potere sintetico nella visione e nel riconoscimento dei modelli.
Si pensi però di volere ottimizzare il percorso di uscita, considerando tutte le possibilità di entrata del giardino e tutte le possibilità di uscita e volere ricercare la soluzione migliore cioé quella di minore percorso.
Il computer, opportunamente programmato, avendo in sé informazioni sufficienti per descrivere il labirinto è in grado di dare la soluzione del problema in un tempo di molto inferiore a quello impiegato dall'uomo e permette di fare operazioni che richiederebbero, se fatte a mano, lunghi periodi di elaborazione.
Non penso che esista nessuna remora nel considerare l'immagine un potente mezzo di comuncazione ed un sistema sintetico per comunicare. Del resto l'immagine è stata sperimentata ed utilizzata sin dai tampi più remoti e certo non in connessione con computers e macchine per il calcolo automatico.

I sistemi informativi automatici sono invece nati con le macchine per il calcolo automatico e con i computers.
Un sistema informativo è un sistema in grado di processare dati ed informazioni così da dare risposte congruenti alle domande di un utilizzatore familiare con le caratteristiche del sistema stesso.
Gli anni restanti di questo secolo saranno sempre di più caratterizzati dalla proliferazione di sistemi informativi di ogni tipo e per ogni utilizzazione.

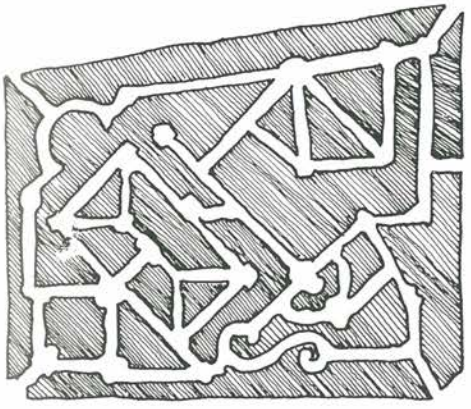
Una delle ragioni principali sarà il fatto che per il taglio dei costi dell'hardware sarà sempre più economico disporre di informazioni e per il costante aumento della circolazione dell'informazione sarà indispensabile disporre di un sempre maggior numero di informazioni.
Molti sono i parametri di valutazione che si tengono in conto giudicando un sistema informativo. La interattività però, come già visto nei paragrafi precedenti, è certamente tra i fondamentali.
La interattività da sola non consente però di garantire un'efficacia totale al sistema informativo qualora non esista la possibilità

Fig. 39 - La figura mostra la pianta del labirinto del giardino di Versailles così come è possibile disegnarla mettendo in evidenza le parti aperte a disposizione del visitatore e quelle occupate da aiuole e giardini.
Immagini desunte da Mitchell J. W., vedi bib. 43).

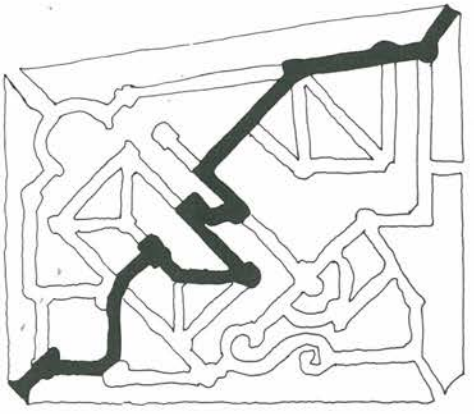
Fig. 40 - La figura mostra come la stessa pianta di fig. 38 è disegnabile mediante la teoria dei grafi facendo uso di vertici e di spigoli.

Fig. 41 - Viene mostrata una descrizione del giardino tramite una matrice di adiacenza in forma digitale.
Questo può essere uno dei modi per memorizzare il disegno del giardino in un computer.

Figg. 42/43/44 - Le tre figure rappresentano in tre maniere diverse, in accordo con tre utilizzate per descrivere il giardino vedi figg. 39, 40, 41, uno dei percorsi per guadagnare l'uscita.
In accordo con la maniera nella quale si è descritto il giardino si dovrà utilizzare il modo corrispondente per potere raggiungere l'uscita.
L'uso di sistemi tra loro non omogenei crea confusione e disorienta l'utente quando non è del tutto inefficace.



39

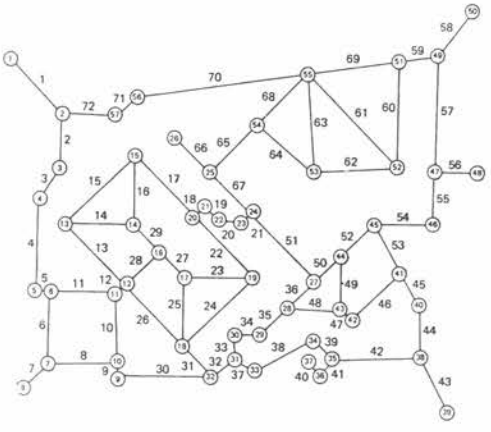


42

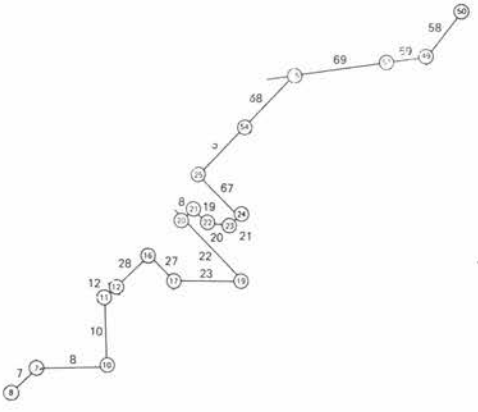
V	V1 ;	V2
V	8 ;	7
V	7 ;	10
V	10;	11
V	11 ;	12
V	12 ;	16
V	16 ;	17
V	17 ;	19
V	19 ;	20
V	20 ;	21
V	21 ;	22
V	22 ;	23
V	23 ;	24
V	24 ;	25
V	25 ;	54
V	54 ;	55
V	55 ;	51
V	51 ;	49
V	49 ;	50

V= vettore; V1,V2=vertici

44



40



43

	1	2	3	4	5	6	7	8	.	.	.	.	.	.	.	55	56	57
1	0	1	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	1
3	0	1	0	1	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
4	0	0	1	0	1	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
5	0	0	0	1	0	1	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	1	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	1	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
55	0	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	1	0	1
57	0	1	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0

41

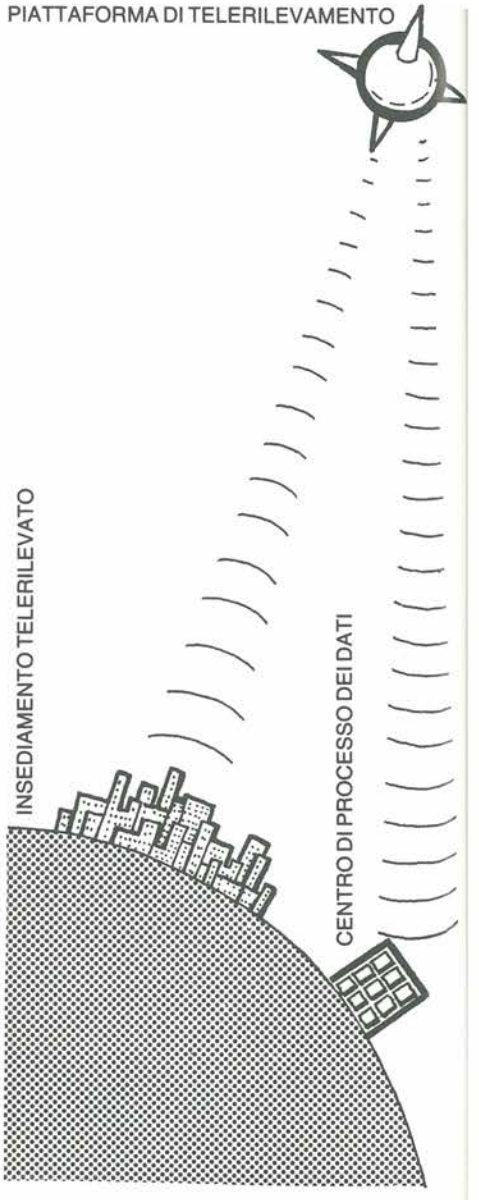
da parte dell'utilizzatore di esaminare tutte le informazioni che il sistema fornisce.
La macchina infatti è molto veloce nel presentarci le informazioni, noi siamo ancora più veloci nel processarle ma siamo terribilmente lenti e svogliati nell'acquisizione delle informazioni, dati, etc..
Poiché, come si è visto, l'immagine possiede un elevato contenuto informativo, essa rappresenta il modo migliore per comunicare con la macchina in maniera interattiva e per ottenere dalla macchina le informazioni da masse notevoli di dati.
La interattività è quella prerogativa di un sistema informativo che permette di dare a domanda fatta, una risposta comprensibile in un tempo confrontabile con il tempo necessario per formulare la domanda stessa ed inferiore al tempo necessario per rendere operativa la decisione cui la domanda si riferisce.
Un'immagine, come qualunque tipo di messaggio, può essere più o meno ricca di contenuto informativo. Esso dipende dalle operazioni che è possibile effettuare osservandola.
Tali operazioni sono di tre tipi:

- esaminare ciascun elemento della immagine;
- confrontare elementi della stessa immagine;
- confrontare immagini diverse tra loro;
- esaminare la evoluzione (nel tempo e nello spazio) di una o più immagini.

Il numero delle operazioni che è possibile eseguire classificano un'immagine tra le più o meno ricche.
Le sopraelencate operazioni sono tali che ognuna contiene la precedente cosicché l'ultima (quella che permette di seguire la evoluzione di un fenomeno) contiene tutte le altre.

L'uso dell'immagine non è dipendente dal soggetto trattato dal sistema informativo.
È ovvio però che esistono campi e discipline dove l'immagine è più suscettibile di utilizzazione piuttosto che altri.
Quello della geografia e della informazione territoriale e quello degli affari, sono due esempi rappresentativi.

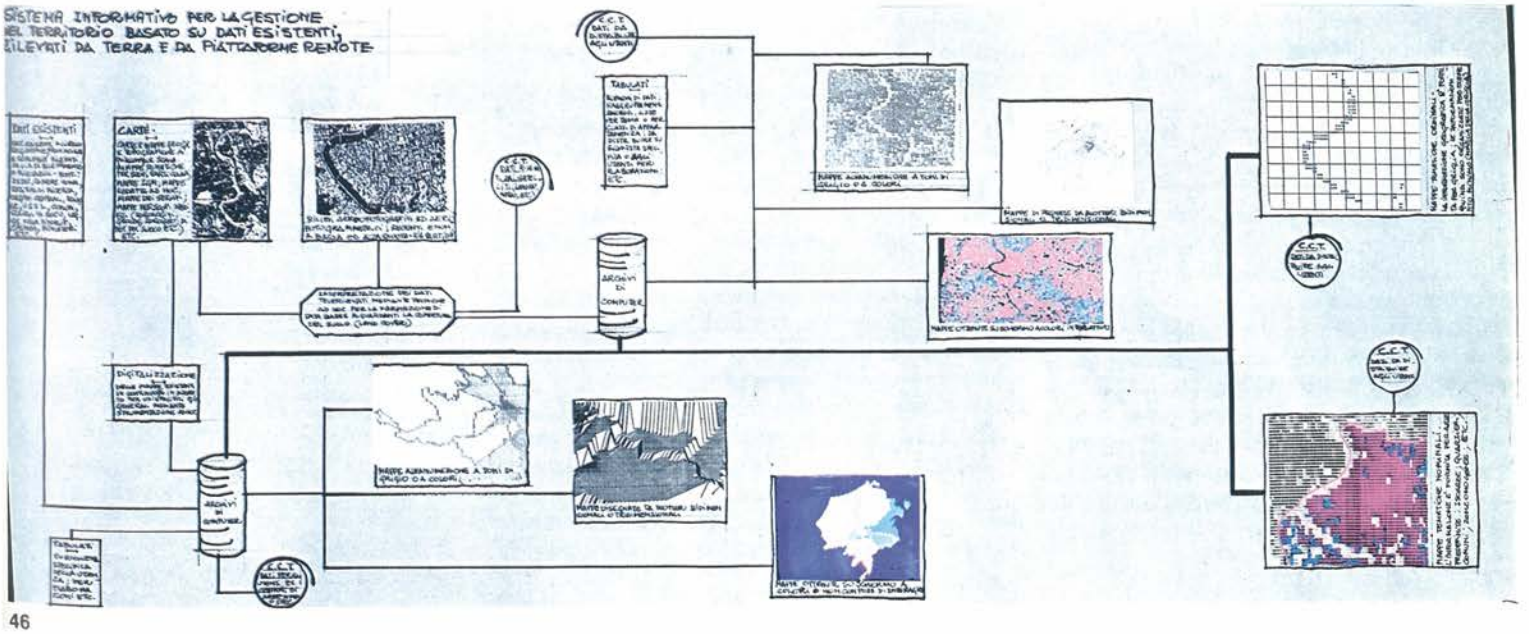
La geografia ha sempre comunicato tramite immagini; le descrizioni venivano usate come surrogati delle immagini realizzate a mano, e la carta geografica veniva realizzata in maniera tale da comunicare quanto il geografo voleva o quanto gli era stato commissionato di comunicare.
Le carte geografiche per essere suscettibili di uso per particolari scopi devono essere opportunamente realizzate, poiché aumentando il numero delle informazioni in esse contenuto, diminuisce la leggibilità delle stesse.
Sono così nate le mappe tematiche, in realtà per fare fronte ad una limitazione dell'osservatore e per rappresentare grandezze ed indicazioni che non sono generalmente contenute.
Al contrario di una mappa geografica che risulta essere limitata fisicamente dal numero di informazioni che si possono su di essa disporre, un sistema informativo con base geografica risulta essere praticamente illimitato dal punto di vista del numero di informazioni che ad esso si possono aggregare. Le informazioni in esso contenute risultano aggiornabili, tra loro mescolabili, corregibili, etc.: quello che si ottiene è una immagine, simile a quella delle carte geografiche normali, ma essa risulta essere viva ed interagente con l'osservatore-utilizzatore, piuttosto che statica come normalmente è.
Quello che è ormai possibile realizzare per studiare il territorio è un sistema che fornisca continuamente l'immagine e le situazioni dell'oggetto che si sta studiando.
È infatti realizzabile un sistema come quello rappresentato in fig. 45, basato sulla utilizzazione di un satellite geostazionario, stazioni a terra, una rete di comunicazione per dati e terminali per il colloquio con il sistema informativo.
Sistemi di tal genere vengono di già utilizzati anche se con altre caratteristiche per la navigazione e per la metereologia.
La fig. 46 rappresenta un sistema che ho messo a punto convogliando i dati e le risorse tecniche dei due progetti precedentemente esposti condotti sulla città di Roma.
In tale sistema la immagine viene utilizzata



45

Fig. 45 - Schema di un sistema che utilizza un satellite geostazionario e sensori per il rilevamento a terra dei dati per la gestione, studio e presa di decisioni, in tempo reale ed in maniera interattiva, sulla vita di un insediamento.
Un sistema di tal genere permette di "pianificare" cioè intervenire su di un corpo vivo, quello dell'insediamento, come si interviene durante una operazione chirurgica.

Fig. 46 - Lo schema rappresenta il funzionamento del sistema informativo per la gestione del territorio basato su dati esistenti, rilevati da terra e da piattaforme distanti.
Si sono considerati tre inputs per il sistema: quelli provenienti dai cosidetti rilevamenti fatti a terra sulla situazione socioeconomica, fisica e demografica del territorio; quelli provenienti dall'esame delle carte, mappe e rilievi a disposizione; quelli provenienti da rilievi areofotografici ed areofotogrammetrici. Un quarto input è formato dai dati forniti dai satelliti geostazionari ed orbitanti: questi dati differiscono dagli altri in quanto vengono rilevati con continuità e quindi possono fornire un aggiornamento continuo della realtà monitorata. Attraverso sistemi di digitalizzazione delle mappe; di interpretazione dei dati da satellite di immissione di dati alfanumerici provenienti da fonti diverse e predisponendo processi di omogenizzazione ad hoc è possibile creare archivi di informazioni digitali.
Opportuni sistemi di output metteranno in grado l'utente di produrre:
- mappe alfanumeriche a toni di grigio;
- mappe bidimensionali e tridimensionali da plotter;
- mappe a colori su schermo CRT.
Queste mappe vengono prodotte sia per quanto riguarda il processo dei dati da satellite che quelli ottenuti da altre fonti. La combinazione di questi due tipi di mappe genera altri due tipi di mappe: mappe tematiche nominali ed ordinali.



in duplice veste: come mezzo di comunicazione del dato, informazione, etc. dal sistema all'utilizzatore e come mezzo per analizzare l'oggetto cui è dedicato il sistema informativo: il territorio. Un sistema di tal genere è completamente interattivo e funziona in tempo reale, secondo la definizione precedentemente data. Nei capitoli che seguono vengono esaminate le apparecchiature ed i sistemi utilizzati per realizzare le mappe e le immagini della fig. 46. È interessante infatti notare come ad ogni immagine corrisponda un'apparecchiatura ad hoc per la sua realizzazione e per lo scopo al quale è finalizzata.

Mentre nel sistema informativo territoriale l'immagine si utilizza per estrarre informazioni e per presentarle sintetiche all'utilizzatore, in altri tipi di sistemi informativi l'immagine viene utilizzata solamente per potere esprimere nei migliori modi certi fatti e per rappresentare alcuni fenomeni.
Esempio tipico ne è la business graphics (grafica degli affari).
Business graphics è una particolare sezione della computer grafica orientata alla messa a punto di immagini che possono comunicare fatti economici, trends, evoluzioni, permettere l'interazione, etc. elaborando dati derivati da data-base riguardanti fatti economici e di gestione.
La possibilità di utilizzare la grafica degli affari appare nella sua piena importanza qualora si pensi allo spreco di carta non solo come supporto della parola scritta, ma anche in termini di quantità di parole usate per descrivere fatti desunti da dati che altrimenti possono essere agevolmente rappresentati mediante grafici.
Mi riferisco in particolare alla quantità di pagine delle quali sono ricche le relazioni ed i rapporti periodicamente prodotti dagli uffici delle aziende.
Occorre poi dire che il manager, l'executive, colui il quale può e vuole prendere decisioni, sempre meno è invogliato a scorrere quantità voluminose di carta ma è invece spinto ed interessato ad individuare immediatamente, dai dati scelti ad hoc, fatti eclatanti ed importanti che possono fornire indicazioni per vendere, promuovere, in generale ....intervenire (fig. 47).

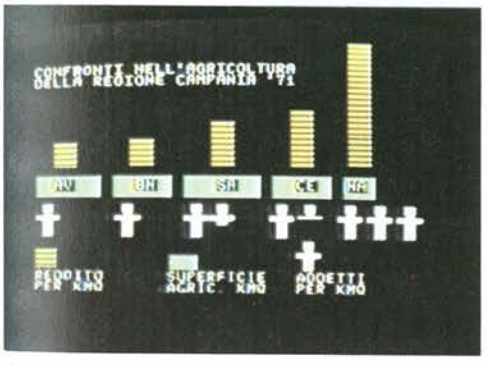
Quello che generalmente si fa con i dati contenuti in archivi economici e gestionali come anche in altri, relativi ad esempio ai dati della popolazione di un data area geografica, sono le elaborazioni statistiche. Grandezze fondamentali che si vanno subito ad investigare sono la media, la mediana, la deviazione standard, il valore massimo e minimo, etc. Queste grandezze opportunamente vagliate forniscono poi indicazioni sulla costruzione di algoritmi per calcolare i trends futuri, per investigare meglio e più profondamente sulla consistenza dei dati attuali, etc. Fondamentale ad esempio è la possibilità di fare piani per il futuro tenendo conto di limitazioni e vincoli di carattere economico o fisico che è presumibile che intervengano o che è sicuro che interverranno.
I grafici della business graphics, specie quelli piani, sono relativamente semplici ma ciò non significa che siano frutto di operazioni banali figg. 48 e 49.
Nel produrli occorre infatti usare i canoni della comunicazione della visione per ottenere risultati validi. Qualora poi si usi il colore è importante seguire norme ben precise conoscendo i fondamenti della teoria dei colori. Non è assolutamente vero che più colori si hanno a disposizione e maggiore è la quantità del risultato finale.
Nella redazione di un istogramma, ad esempio, è importante mettere in grado l'osservatore di discernere tra le varie componenti, le "canne d'organo", e le varie parti di esse.

Nei grafici tridimensionali è importante che le linee nascoste non creino problemi alla interpretabilità del grafico e che esso sia comprensibile tramite visioni alle quali l'occhio umano è già abituato.
Nella business graphics è necessario in generale prevedere sofisticati sistemi di output dell'immagine. Occorre infatti tenere in conto che gli osservatori e fruitori fanno spesso suggerimenti ed apprezzamenti sulla qualità del prodotto grafico senza che essi siano al corrente delle procedure necessarie per produrlo e delle caratteristiche tecniche delle macchine impiegate. Questo accade poiché essi sono per lo più abituati alla qualità delle immagini della televisione.
È quindi consigliabile utilizzare sistemi grafici di output molto sofisticati per potere soddisfare le aspettative di questi fruitori. È necessario prevedere non solo il display su CRT ma anche la possibilità di avere copie su supporto rigido (carta, diapositive, films, etc.). È questa una necessità fondamentale della business graphics, infatti, anche con l'ausilio delle immagini, le relazioni scritte continueranno ad essere largamente usate. Quello che una relazione scritta ad esempio non può certamente fornire al suo lettore è un'analisi "what-if" interattiva.
Questo tipo di analisi è certamente la più indicata per coloro i quali devono prendere decisioni rispondendo alla domanda: che cosa succederebbe se ....
L'analisi permette di cambiare alcune delle grandezze in esame durante una seduta di fronte al terminale e di ottenere le variazioni delle altre: accade cioè che la curva, l'altezza degli istogrammi, i colori della mappa tematica, etc. varino seguendo la legge che lega le grandezze in esame tra loro.
Un'analisi di tal genere è molto utile, interattiva e di notevole impressione poiché permette di "giocare" con le grandezze in tempo reale.

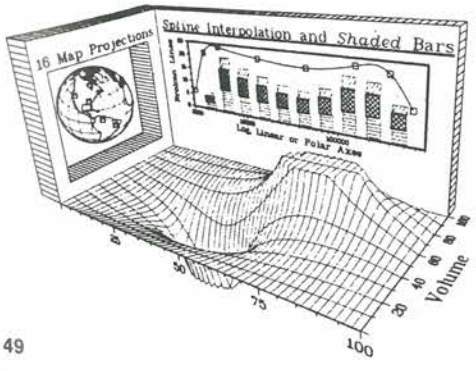
Fig. 47 - Alcuni esempi di business graphics su video a colori realizzati tramite un micro sistema Apple II.

Fig. 48 - I dati relativi ad un database regionale vengono rappresentati tridimensionalmente sulla base geografica.
Disegno realizzato tramite plotter da tavolo a più colori (Calcomp 81) interfacciato con microcomputer Apple II.

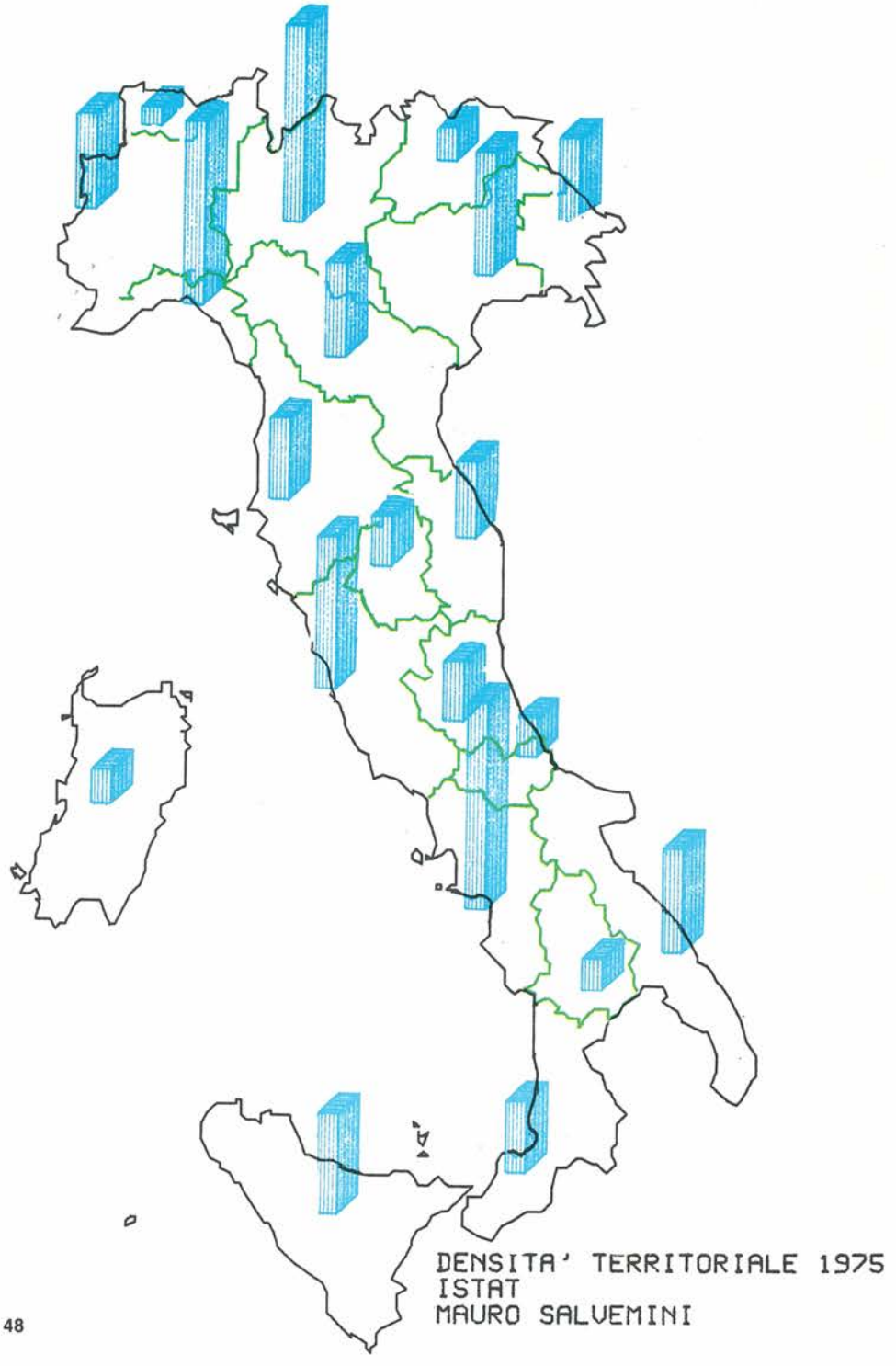
Fig. 49 - Esistono anche sofisticati packages di business graphics che è possibile usare sui più comuni computers.



47



49



48

Computer Grafica oggi

2.1 - È conveniente usare la computer grafica?

2.2 - Principali ed attuali applicazioni di computer grafica. Alcuni esempi.

2.3 - Uno scenario a breve termine.

2.1
È conveniente usare la computer grafica?

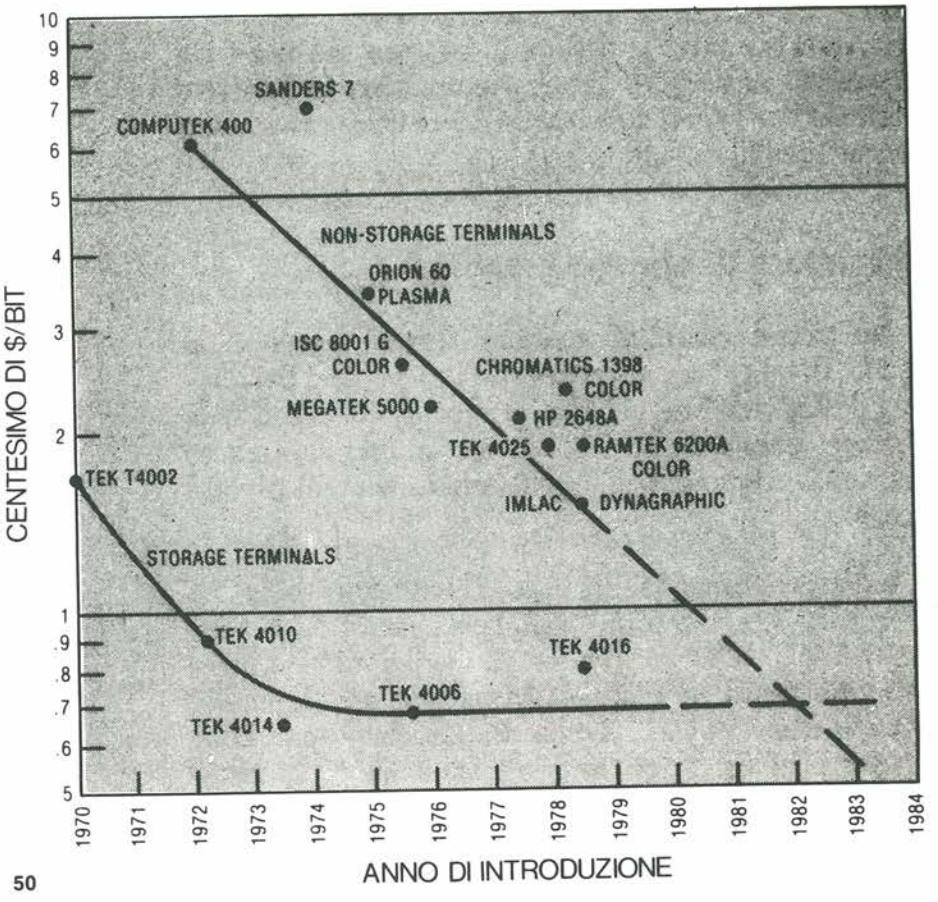
La componente ludica ed il fascino della televisione gioca sicuramente un ruolo importante nell'uso della computer grafica. È peraltro ovvio che la sua utilizzazione è dettata da verificati vantaggi ottenuti nei campi di applicazione. Sono queste quindi le basi del suo sviluppo nei lustri prossimi: la componente ludico-consumistica e la componente di uso nelle applicazioni più varie.
Il fatto che essa sia stata preferita da utilizzatori sofisticati nel campo informatico, quale militari ed industria, è un palese segno della potenza e delle possibilità della computer grafica di comunicare rapidamente ed in maniera sintetica informazioni di qualunque genere: d'altra parte il fatto che personaggi quali architetti, ingegneri, grafici etc. si rivolgano ad essa come mezzo di lavoro e creazione, è prova delle sue elevate qualità in grado di soddisfare le più elaborate richieste.
Non bisogna poi dimenticare il fattore "moda". Come in tutte le discipline ed applicazioni esso ha un ruolo ben importante talchè spesso si è sentito dire che si sta facendo in modo che il "computer impari a disegnare". Oggi è utile e divertente ed on the wave usare la computer grafica: ed il mondo scientifico ne fa uso in maniera disinvolta.
All'inizio del suo sviluppo (intorno alla metà degli anni sessanta) la limitazione che si ebbe nell'uso della computer grafica fu in termini di costi da affrontare per le apparecchiature di output, e per le notevoli quantità di memoria necessaria per processare i dati indispensabili alla creazione delle immagini.
Accade oggi, in accordo con il taglio dei costi dell'hardware, che sia economicamente valido avvalersi di tecniche di computer grafica per la redazione di elaborati grafici sinora prodotti a mano.
È importante ricordare che le attrezzature di input ed output della computer grafica sono state tra le prime attrezzature ad essere utilizzate non dipendenti dal sistema al quale venivano interfacciate per eseguire la loro funzione.

Il fatto di richiedere sistemi largamente compatibili per produrre output, in particolare l'output su schermo, ha fatto sì che oggi sul mercato esistano sistemi di output da vari prezzi. Questo non significa che si può ottenere lo stesso output per poche centinaia di migliaia di lire o per decine di milioni, significa però che al profano può apparire che il computer "disegni" su di un semplice televisore casalingo allo stesso modo di un sofisticato monitor ad altissima risoluzione.
Si pone a questo punto il problema della qualità dell'immagine e dell'uso al quale essa è finalizzata.
Si guardi ad esempio la misurazione della temperatura corporea della persona umana. I termometri che generalmente usiamo sono talmente imprecisi, o la nostra misurazione è talmente piena di errori, che oggi stanno avendo notevole successo commerciale i termometri analogici che fanno apparire la scritta "febbre si" "febbre no", etc..
Qualora si volessero fare misurazioni finalizzare ad altri scopi come quelli biometrici si dovrebbero impiegare strumenti più sofisticati per eliminare tutti gli errori possibili.
Nel prevedere la costruzione di una immagine è quindi necessario sapere a quale scopo va utilizzata. La progettazione del sistema che produce immagini va eseguita conoscendo bene le finalità dell'utilizzazione.
Accade infatti spesso di utilizzare apparecchi costosissimi per produrre immagini molto semplici: d'altra parte spesso può accadere di tentare di produrre immagini complicate tramite sistemi molto semplici e poco esatti che non possono fornire la definizione desiderata.

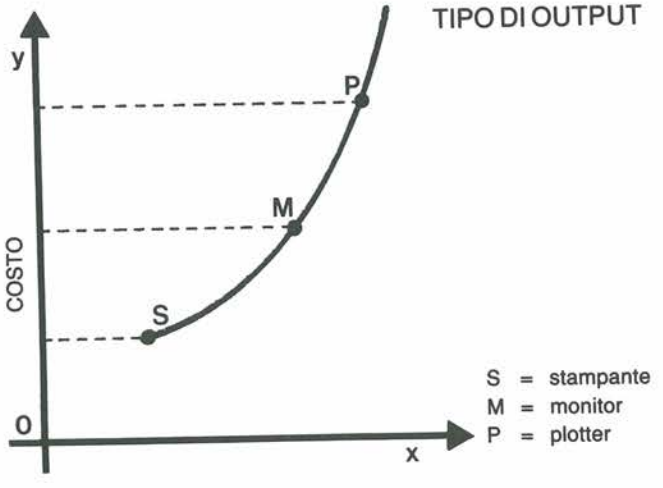
Occorre quindi prestare notevolmente attenzione al sistema che si utilizza per produrre un'immagine, tenendo conto che non sempre un sistema semplice produce immagini economicamente convenienti.
Si consideri ad esempio il CRT. Una valutazione sul costo delle immagini prodotte tramite CRT, può essere fatta considerando il costo per bit di immagine prodotta sullo schermo. Tale costo si può ottenere semplicemente dividendo il numero dei pixels totali per il costo dell'apparecchio.
Tramite valutazioni di tal genere può accadere di verificare che in sistemi apparentemente poco costosi si producono immagini a costo molto elevato (fig. 50).
Valutazioni di tale tipo si possono fare di volta in volta e per tutte le attrezzature di output usate in computer grafica. Una volta conosciuta la finalità del progetto nel quale si vuole utilizzare la tecnica di computer grafica può essere assemblato il sistema che permette di ottenere il prodotto desiderato al costo ottimale.
Purtroppo questo modo di procedere non è sempre perseguito e le cause sono diverse: ignoranza della domanda; poca qualificazione dell'offerta, scollamento tra produzione di nuovi sistemi e loro utilizzazione, sono solamente alcuni.
Si producono così spesso immagini estremamente costose con sistemi automatici che sono nati per produrre invece immagini a basso costo (fig. 51).

Fig. 50 - La figura mostra l'andamento del costo per bit di immagine dei CRT ad alta risoluzione. È notevole il fatto che in meno di dieci anni il costo per bit di immagine sia diminuito nel rapporto 1:5 e ciò in accordo con il taglio dei costi di hardware e la migliorata tecnologia nella produzione di schermi.
Ci si aspetta che, nel vicino futuro, le tendenze non solo vengano rispettate ma anzi che l'abbattimento del costo si acuizzi.

Fig. 51 - Il grafico mostra dal punto di vista qualitativo l'andamento del costo dell'output grafico al variare del sistema di output utilizzato.



50



51

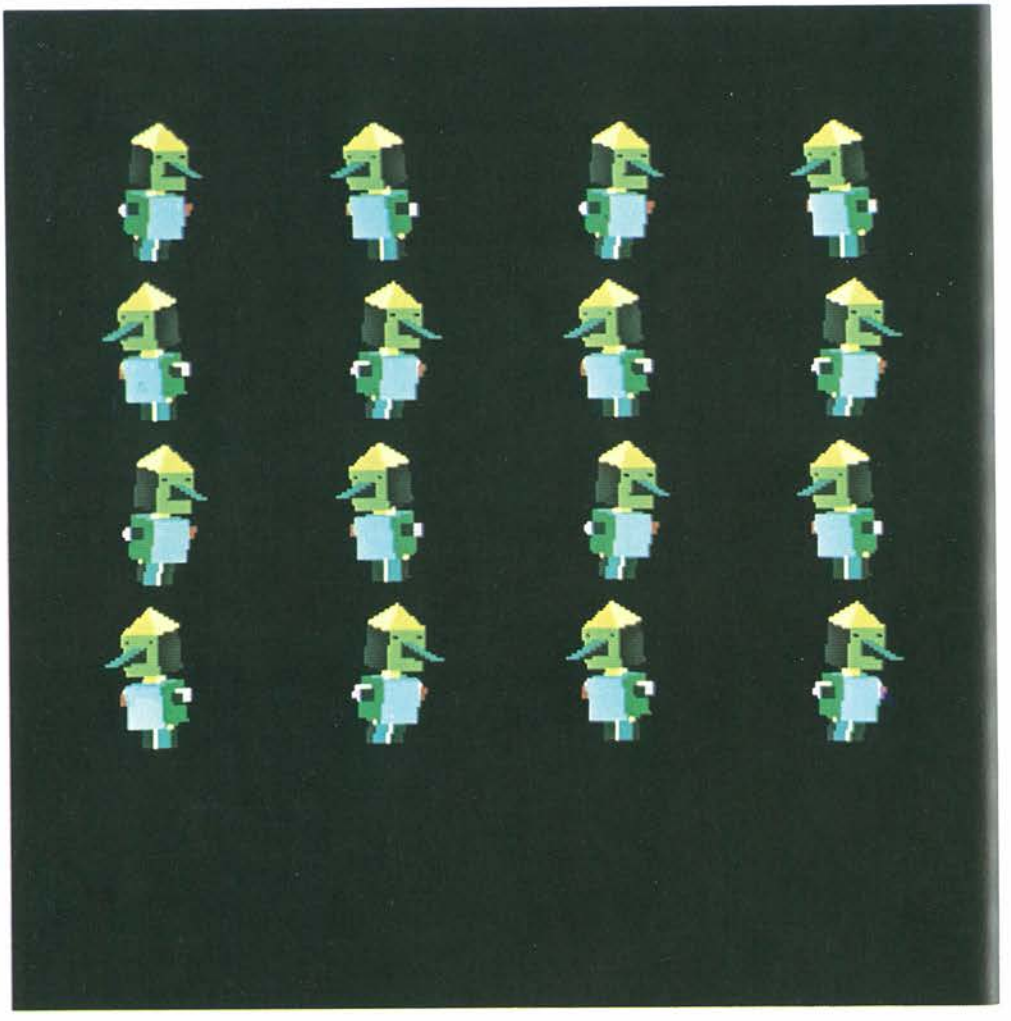
2.2 Principali ed attuali applicazioni di computer grafica. Alcuni esempi.

Per esplorare le principali ed attuali applicazioni della computer grafica è utile indagare sulla produzione di software per computer grafica oggi disponibile sul mercato dell'informatica.
Nell'elenco ragionato che segue, si è cercato di trovare categorie di produzione di software che siano talmente generali da potere essere considerate come veri e propri campi di applicazione e specializzazione. Le parole utilizzate come titoli per i campi di applicazione potranno essere utilizzate come parole chiave per individuare specifiche aree della computer grafica e del processo di immagine.

Animazione: è un vasto campo di applicazione che copre la produzione di films, short pubblicitari, come anche lo studio del moto di organi meccanici, l'insegnamento tramite audiovisivi e la comunicazione visiva vera e propria.
È certamente un campo suscettibile di notevoli e cospicui sviluppi per il futuro specie per quanto riguarda l'uso nell'educazione di ogni ordine e grado e nella produzione di ogni genere di audiovisivi (fig. 52).

Business graphics (grafica degli affari): è un campo di applicazione relativamente nuovo anche nell'ambito della computer grafica.
Si tratta di comunicare tramite grafici bidimensionali e tridimensionali le informazioni contenute nei dati di interesse di uomini di affari e/o di coloro i quali sono in grado di prendere decisioni. Anche questo è un campo di sicuro sviluppo negli anni vicini; già ora alcune case di software producono interi pacchetti orientati solamente alla business graphics. Il suo sviluppo crescerà anche in accordo con l'automazione dell'ufficio che secondo le previsioni fagociterà i costi delle attrezzature sino al 90% dell'intera spesa sostenuta per le loro attrezzature entro il 1990 (fig. 53).

Progettazione in architettura: è certamente uno dei campi potenziali di maggiore sviluppo nella redazione e compilazione di progetti, verifica di standards, computi metrici, visioni tridimensionali, esame di compatibilità strutturale e componentistica. Tale campo di applicazione è prevedibile che sarà frenato nello sviluppo dall'attaccamento dei



52

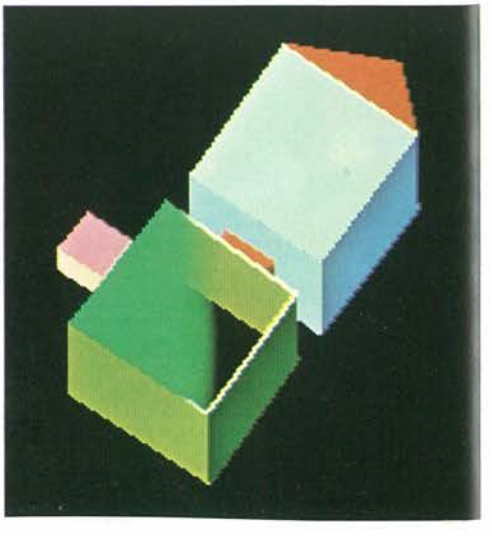
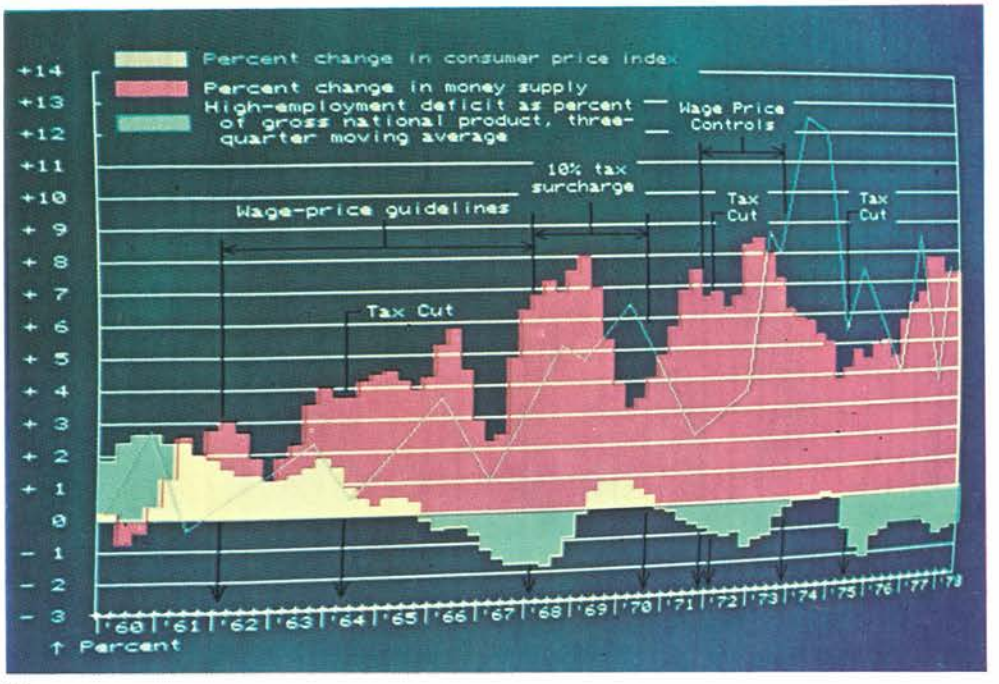


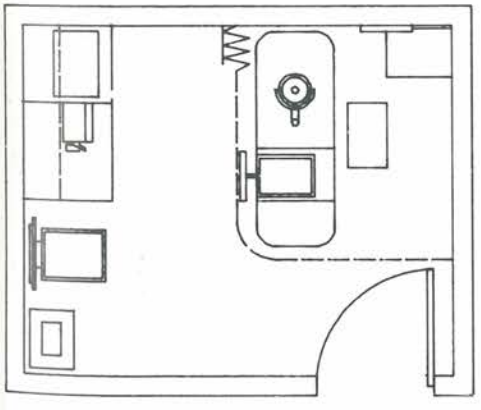
Fig. 52 - L'immagine mostra alcune sequenze dal film di animazione "PINOCCHIO". Il burattino è stato realizzato tramite l'aggregazione di alcuni solidi semplici e la loro differente colorazione. Il computer permette di processare le immagini in modo tale da presentare il Pinocchio in varie posizioni, nella sua formazione e mutamento.
(Le immagini sono state cortesemente concesse da Guido Vanzetti autore dell'animazione su disegno originale di Giuseppe Laganà).

Fig. 53 - Un esempio di business-graphics su video a colori ad alta risoluzione. L'immagine rappresenta sinteticamente l'andamento di più fenomeni e ne permette l'analisi comparata.

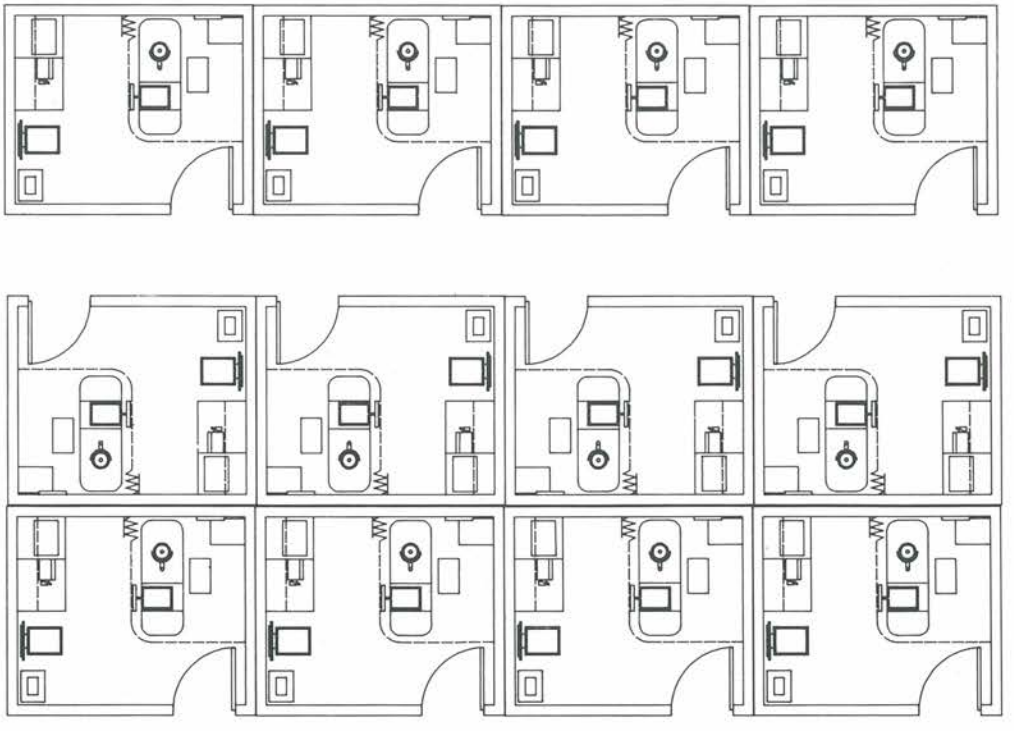
Fig. 54 - Esempio di mappa disegnata da plotter. Sono state definite unità modulari e ne è stata scelta l'aggregazione. Rispettando la maglia modulare è possibile ogni altra aggregazione, tra varie soluzioni il progettista può scegliere quella che meglio soddisfa le esigenze progettuali.
Esempio redatto da studenti del corso di computer graphics della School of Architecture (Rensselear Polytechnic Institute) tenuto dal prof. Ray Masters.



53



54



progettisti architettonici a sistemi di progettazione e disegno completamente manuale (fig. 54).

Progettazione e studio in chimica: già da tempo in laboratori avanzati lo studio e la ricerca nelle discipline afferenti la chimica vengono condotte con l'ausilio della computer grafica per quanto riguarda ad esempio la rappresentazione tridimensionale di molecole complesse, lo studio della disposizione dei campi di varia natura etc.; è poi banale oramai l'uso della rappresentazione della variazione di grandezze tramite grafici e diagrammi (fig. 55).

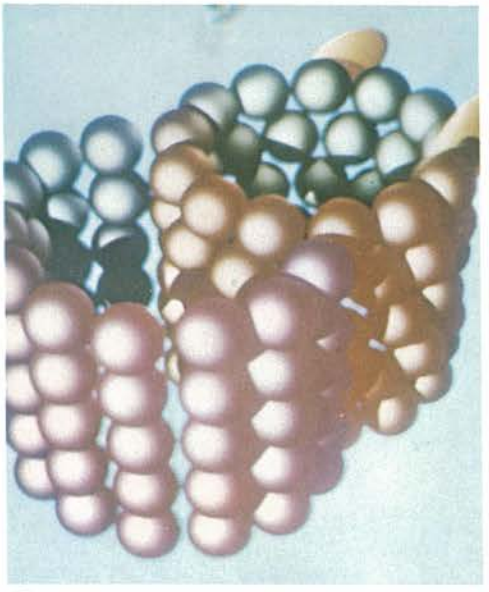
Progettazione in elettronica: in accordo con il futuro crescente uso di elettronica pro capite, è questo uno dei campi che più si svilupperà per assicurare sempre nuovi e sofisticati prodotti al mercato dell'elettronica. Con la diffusione e il progresso dei circuiti integrati aumenterà anche la richiestà di apparecchiature di sistemi per progettazione e produzione di microcircuiti che sono per lo più fondati su tecniche automatiche di rappresentazione, disegno e riproduzione (fig. 56).

Progettazione in meccanica: è stato uno tra i primi campi di applicazione e rimane certo uno dei principali; noto come CAD (vedi glossario) comprende oramai tecniche che si sono parallelamente conformate come il CAM (vedi glossario).

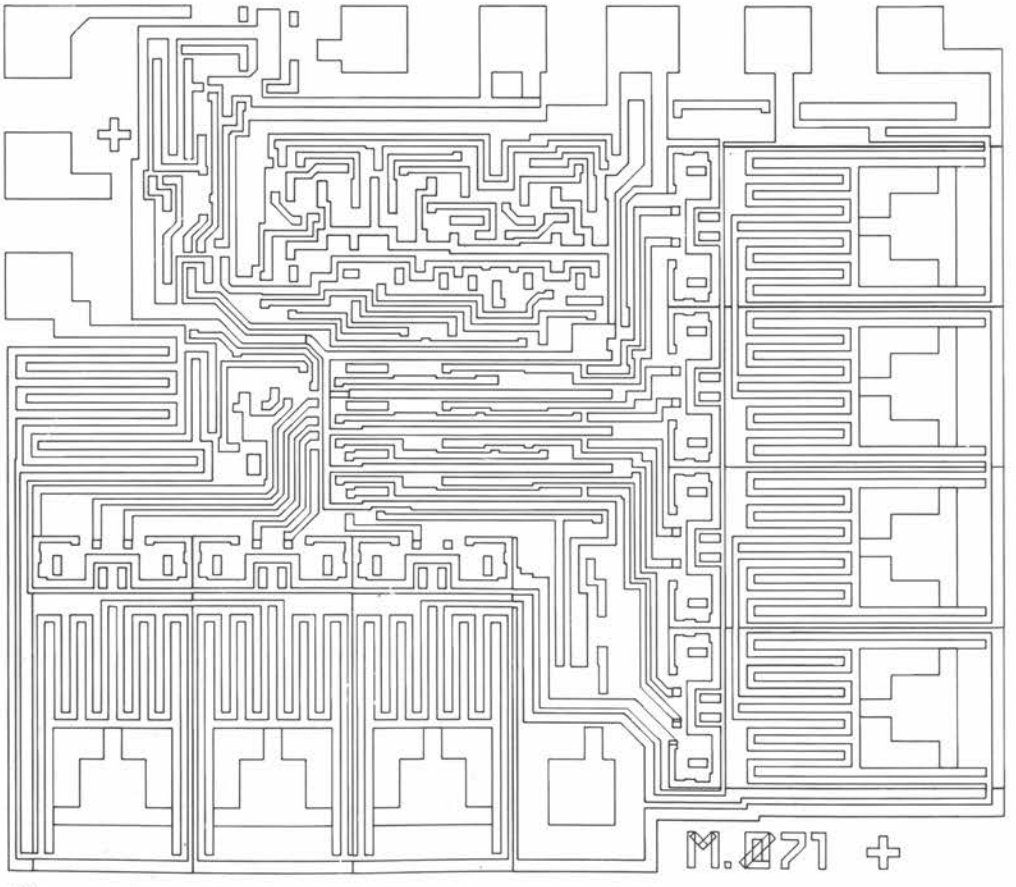
Mappazione: anche questo è uno dei primi campi di applicazione, che ha ricevuto particolare impulso dalla realizzazione di sistemi di output su supporto rigido quale carta. Si tratta generalmente di produrre da "database" geografici mappe geografiche, tematiche, parziali, tridimensionali, etc. in maniera interattiva e non (fig. 57).

Fotogrammetria: i rilievi fotogrammetrici vengono processati tramite computer ed elaborati in output tramite sistemi di disegno automatico quali plotters, fotoplotters etc.

Progettazione strutturale: è un campo direttamente connesso con l'uso della computer grafica in architettura ed ingegneria civile. Si tratta di utilizzare sistemi interattivi per il disegno, per la definizione dei componenti e



55



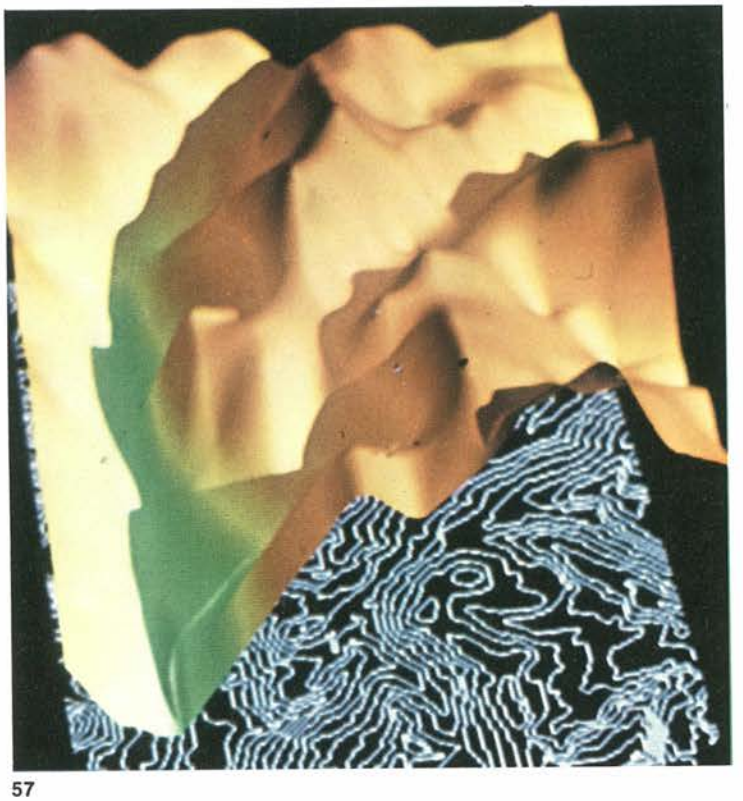
56

Fig. 55 - La visione tridimensionale di complicate molecole permette l'indagine e lo studio in maniera agevole ed in tempo reale. (Immagine cortesemente concessa dall'IPL Image Processing Lab. del Rensselear Polytechnic Institute ed eseguita da Dr. Michael Potmesil ricercatore presso il laboratorio).

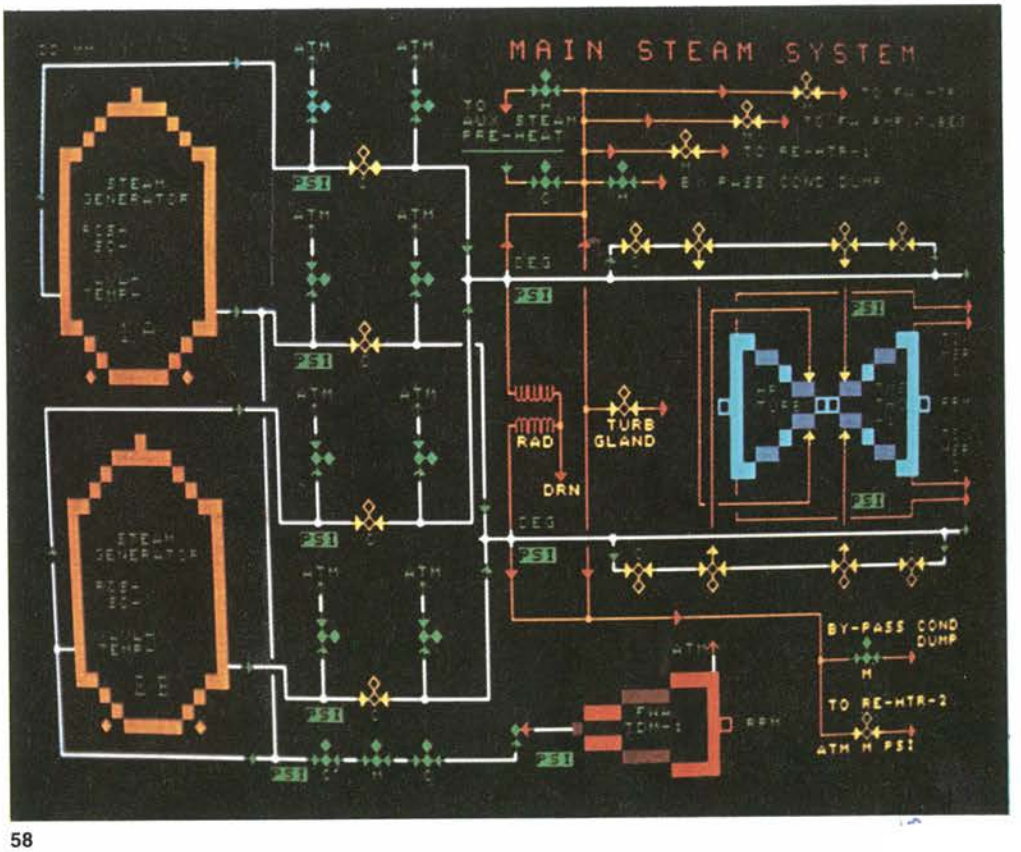
Fig. 56 - Immagine, realizzata tramite plotter, delle piste di un circuito stampato per elettronica. (Immagini cortesemente concessa dalla Calcomp Italia S.p.A.)

Fig. 57 - Le curve di livello di una parte di terreno sono state elaborate in maniera tale che sono state rappresentate tridimensionalmente. I colori sono stati assegnati, come vengono assegnati sulle mappe bidimensionali, in modo tale da fornire l'impressione dell'elevazione tramite il colore della probabile vegetazione esistente.

Fig. 58 - L'immagine rappresenta un esempio di schema di condutture. Oltre che nella progettazione l'utilizzazione di sistemi grafici interattivi risulta importante anche nella gestione degli impianti.
La possibilità di disporre da parte dell'operatore della descrizione dell'impianto in tempo reale e dell'evolversi di quello che sta accadendo, fornisce all'operatore stesso la possibilità di intervenire rapidamente con cognizione di causa.
Le periferiche di input dovranno essere in questo caso le più consone, ad esempio un pannello sensibile al tatto (vedi Cap. 3°). (Immagine cortesemente concessa dalla Aydin Corp.)



57



58

la immediata verifica delle strutture progettate.

Progettazione e creazione di compilatori grafici: per applicazioni particolari è utile possedere linguaggi grafici orientati; in tal caso il compilatore assolve la funzione di provvedere primitive grafiche ad hoc. Con la maggiore specializzazione dei settori di applicazione della computer grafica, sempre maggiore sarà la richiesta di data base di primitive grafiche orientate.

Progettazione di condutture: in gergo questa applicazione viene chiamata "piping" e si è ormai sviluppata come una tecnica a se stante in grado di assicurare, tramite semplici ed interattive operazioni, la progettazione di condutture comunque complicate o la soluzione di problemi ad esse riconducibili (fig. 58).

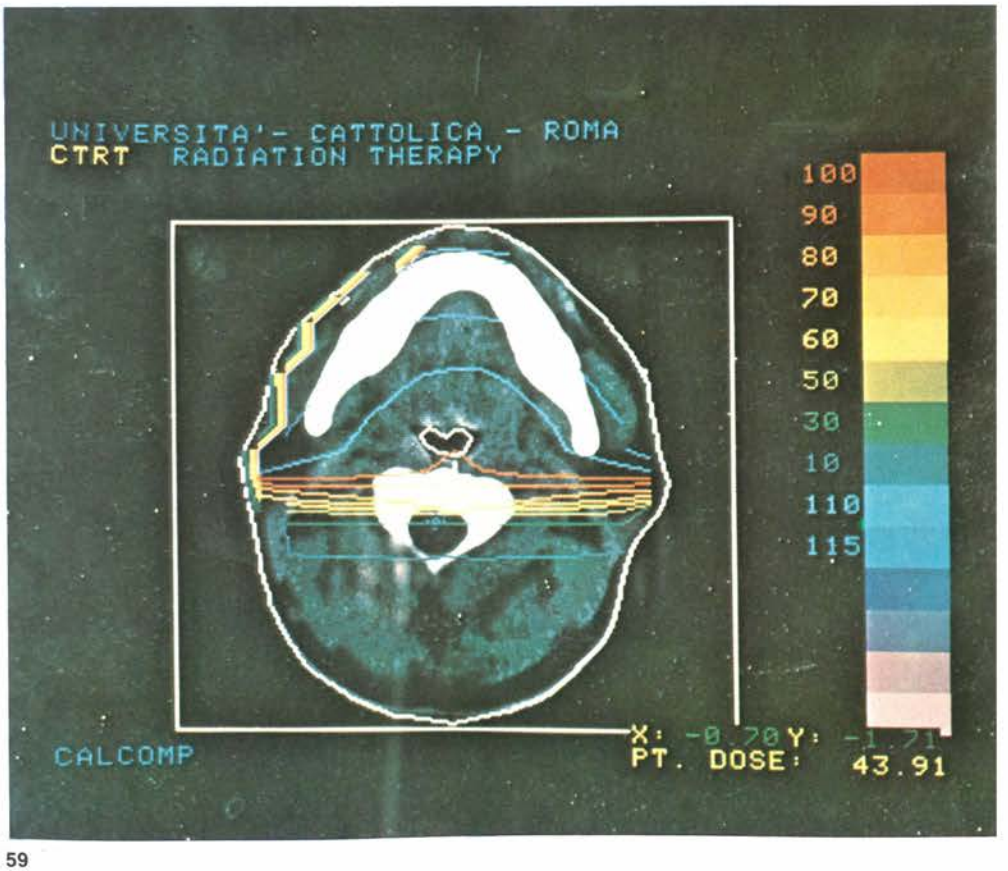
Processo di immagine: (vedi cap. 1°) si sta sempre più delineando come campo di applicazione a sè, nel quale si analizza e si processa una immagine in toto piuttosto che tramite componenti geometriche come in computer grafica. Le sue applicazioni si svilupperanno notevolmente nel vicino futuro in accordo al fatto che in questo campo si producano e si lavori su immagini continue che siano in grado di soddisfare tutte le applicazioni che necessitano di immagini reali opportunamente elaborate: campi attuali di largo uso sono l'elaborazione dell'immagini rilevate da satelliti ed in genere da sistemi di piattaforme remote, il campo medicale, i controlli di qualità, l'uso nei sistemi di comunicazione di massa la robotica, etc. (fig. 59).

Pattern recognition (riconoscimento dei modelli): direttamente connesso con il processo di immagine, tale campo di applicazione si configura come una tecnica a sè stante che permette tramite tecniche di analisi statistica il riconoscimento di modelli, forme e componenti nelle immagini, tramite il processo elaborato da un sistema di calcolo automatico.
Anche se relativamente giovane la disciplina del pattern recognition è suscettibile di immediati e notevolissimi sviluppi in campi numerosi e molteplici, in generale in tutti quei campi nei quali si può fornire un aiuto all'osservazione umana.

Fig. 59 - Uno dei campi nei quali il computer è sempre più utilizzato è quello medico. In esso si fa sempre più uso dell'immagine per indagare, decidere ed archiviare diagnosi e trattamenti. L'applicazione del TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) ne è un ottimo esempio.
L'immagine mostra un piano di trattamenti, elaborato su un'immagine di tomografia computerizzata, relativo ad un paziente affetto da neoplasia del seno mascellare sinistro che si estende verso l'encefalo erodendo la base cranica (il tumore è delimitato dalla linea bianca). Le linee colorate congiungono punti della sezione che ricevono la stessa percentuale di dose radiante. Il colore delle linee, confrontato con la scala alla destra dell'immagine, permette di assegnare ad ogni linea un valore di percentuale di dose.
(Immagine cortesemente fornita dall'Istituto di Radiologia dell'Università del Sacro Cuore - Roma)

Fig. 60 - I sistemi di ombreggiatura nelle restituzioni tridimensionali facilitano la lettura ed enfatizzano le peculiarità delle immagini.
La figura mostra l'immagine di fig. 55 opportunatamente trattata con ombreggiatura.

Fig. 61 - Nella progettazione grafica ed editoriale il computer e specialmente la computer grafica possono fornire un aiuto notevole al designer. L'immagine mostra una pagina progettata tramite un sistema interattivo eseguendo successivamente operazioni di composizione di testi, immissione di gabbie e tabelle, immissione di ingombri di immagini, immissioni di disegni, scontornatura e ripiegamento di testi, alfine di raggiungere il layout finale desiderato dall'operatore.
(Immagine cortesemente concessa da Linotype Italia S.p.A.)

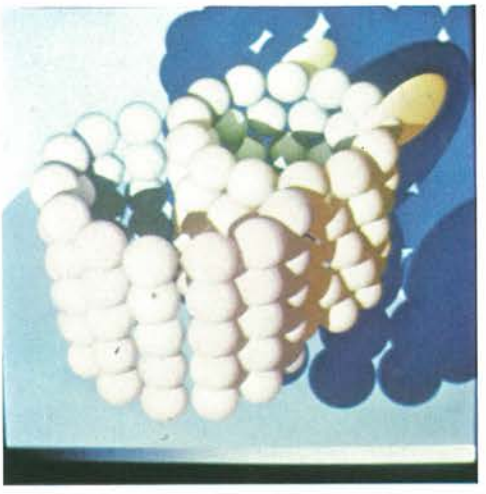


59

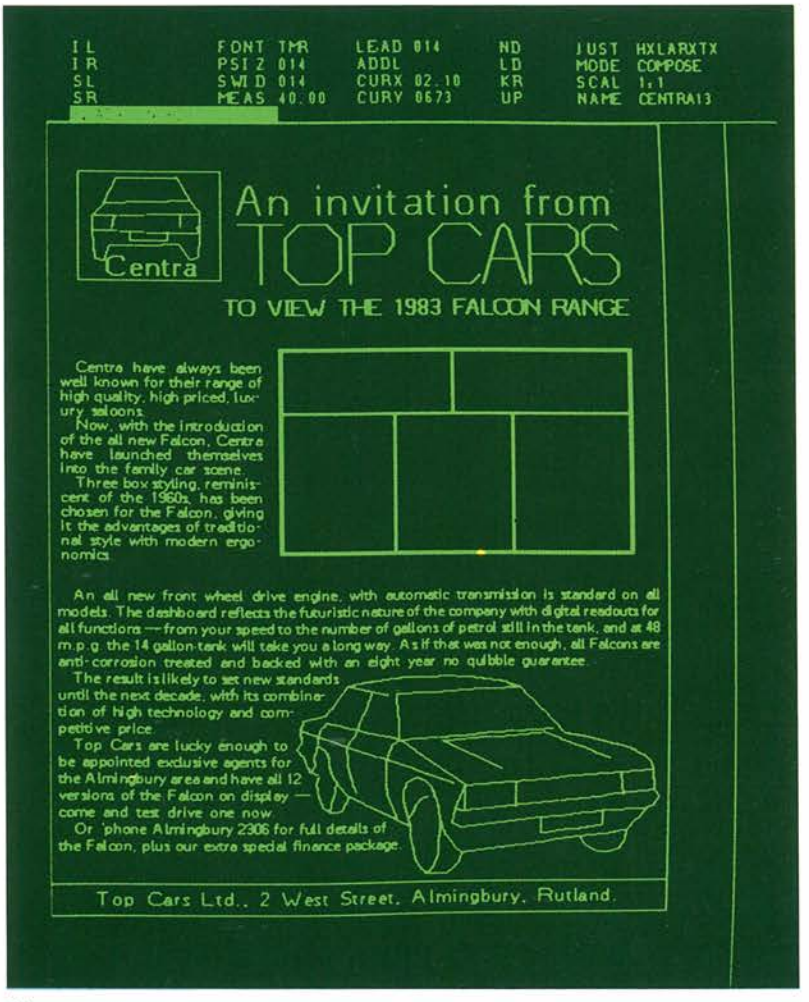
Sistemi di ombreggiatura: anche se tale tecnica può essere considerata una componente di sistemi grafici più o meno complessi la sua importanza è tale che si sta consolidando come una tecnica a sè stante nei termini di assicurare la facilità nella fruizione di immagini prodotte tramite computer.
Ancora più del colore, spesse volte la giusta disposizione delle ombre su un'immagine di computer grafica non solo ne permette la giusta comprensione ma l'esame approfondito. Qualora poi l'ombreggiatura è connessa con l'animazione di oggetti tridimensionali la rappresentazione tramite computer può surrogare la costruzione di un modello o prototipo (fig. 60).

Manipolazione di immagini tridimensionali: è certamente una delle più attraenti possibilità della computer grafica; utile nelle più diverse applicazioni permette di esaminare forme complesse ed indagarle senza limitazione di punti di vista dell'osservatore.

Stampa e pubblicazione: è questo senz'altro uno dei campi più suscettibili di sviluppo per il futuro. Esso comprende la progettazione e realizzazione di intere pagine di pubblicazioni comprendenti testo ed immagini ed il processo delle immagini in esse contenute (fig. 61).
È ovvio che gli esempi di computer grafica che si possono esaminare per incentivare la creatività dell'utente, sono molti e molto differenti tra loro.
La raffinatezza di alcuni si può intendere solo se si usano interattivamente i sistemi che li producono, ed il comunicarli tramite le pagine di una pubblicazione frustra notevolmente le loro migliori caratteristiche.
Il Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis di Hardvard è stato uno degli ambienti fondamentali nello sviluppo di questa disciplina caratterizzato come è dall'avere scambi strettissimi con l'ambiente della scuola di architettura nel quale viene ospitato. Ad esso si devono i primi programmi commerciali di computer grafica con uscita in output su stampante, poi su plotter ed infine su video a colori, con una crescente enfasi nell'assicurare l'interattività tra utilizzatore e software.
La necessità della connessione tra i sistemi informativi e la computer grafica è stato



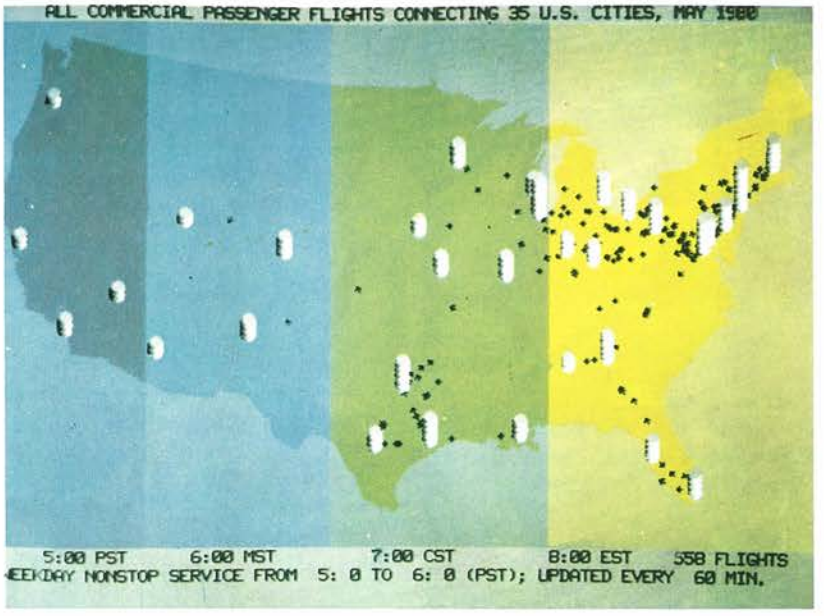
60

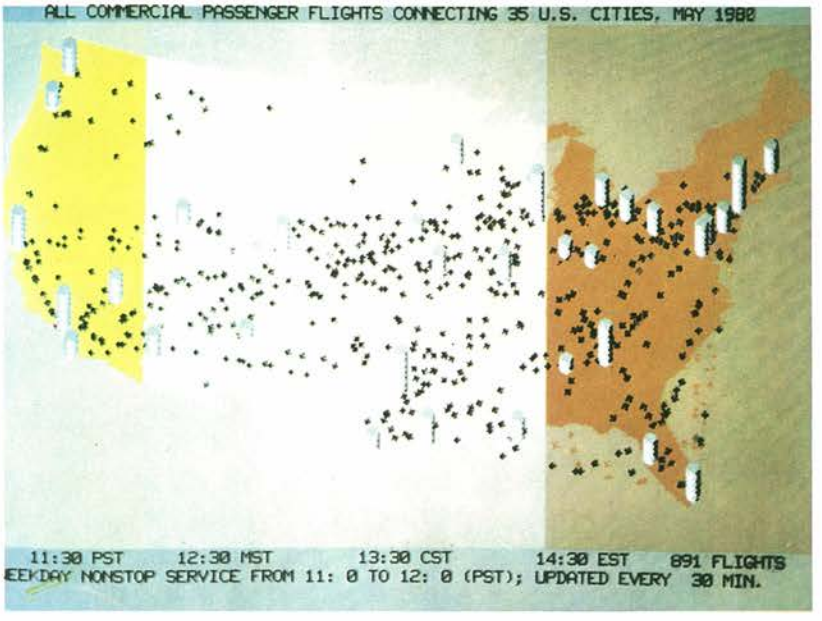


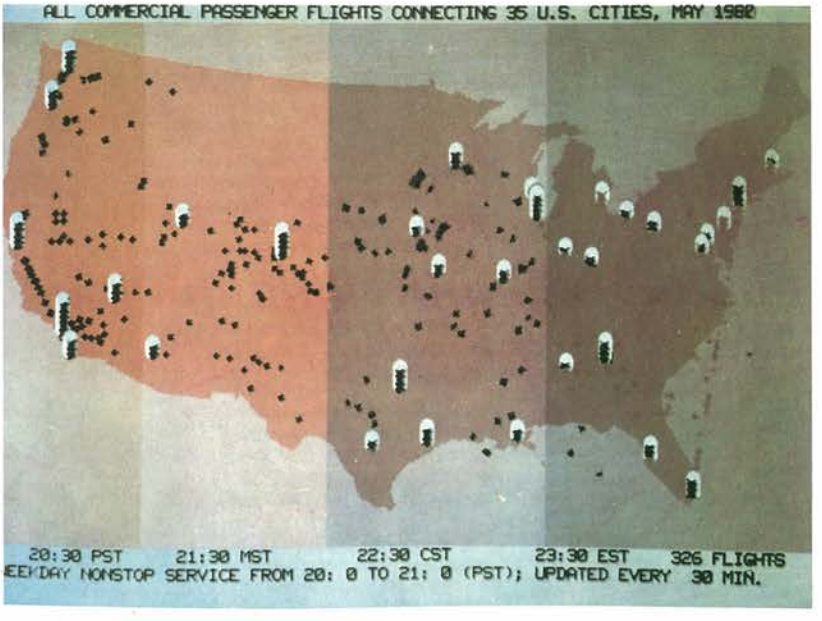
61

sentito come uno dei principali indirizzi di ricerca ed applicazione (cfr. bib. 29). Concordemente al progresso delle macchine (computers), al calo del costo delle memorie e alla necessità di interattività si è giunti nei sistemi informativi oggi in uso alla connessione tra computer grafica, animazione ed interattività.
Uno dei tentativi meglio riusciti e più recente di tale sperimentazione, è l'animazione tramite la quale è possibile leggere ed esaminare l'evolversi dei voli commerciali all'interno degli Stati Uniti nell'arco delle 24 ore (fig. 62).
In questo caso il data-base processato è quello messo a disposizione dagli organi governativi statunitensi e le possibilità che si aprono all'osservatore - operatore di un sistema di tal genere, sono molteplici, quasi che seduto all'interno di un satellite posizionato al centro degli USA potesse vedere l'evolversi del traffico dei voli commerciali. Proprio questa è una delle migliori caratteristiche della computer grafica: permettere di studiare e/o di vedere, quello che altrimenti è invisibile, difficilmente fruibile, immaginabile solo a costo di lunghi e non sempre proficui sforzi.

Si è già dimostrato come sia conveniente esaminare i dati delle aree geografiche in termini di zone statistiche per poterne capire la conformazione, l'andamento delle grandezze rappresentative quindi e per potere intervenire.
ODYSSEY è stato un sistema commissionato da organi governativi statunitensi al Laboratory for Computer Graphics per poter rappresentare, in tempo reale, i dati raccolti dagli organi preposti ai censimenti.
Si era infatti capito che non è sufficiente possedere i dati relativi ai censimenti ma è necessario anche poterli esaminare, confrontare, etc. (vedi cap. 1°).
Colui il quale vuole esaminare il data-base non deve quindi fare altro che sedere davanti alla consolle ed interrogare il sistema in linguaggio naturale o rispondere in maniera altrettanto naturale perchè sullo schermo appaiano mappe di stati, di città di parte di esse, etc. con colori diversi che rappresentano l'andamento delle grandezze esaminate (fig. 63).
Alla critica mossa da alcuni che la computer grafica è una tecnica finale, (utile cioè a



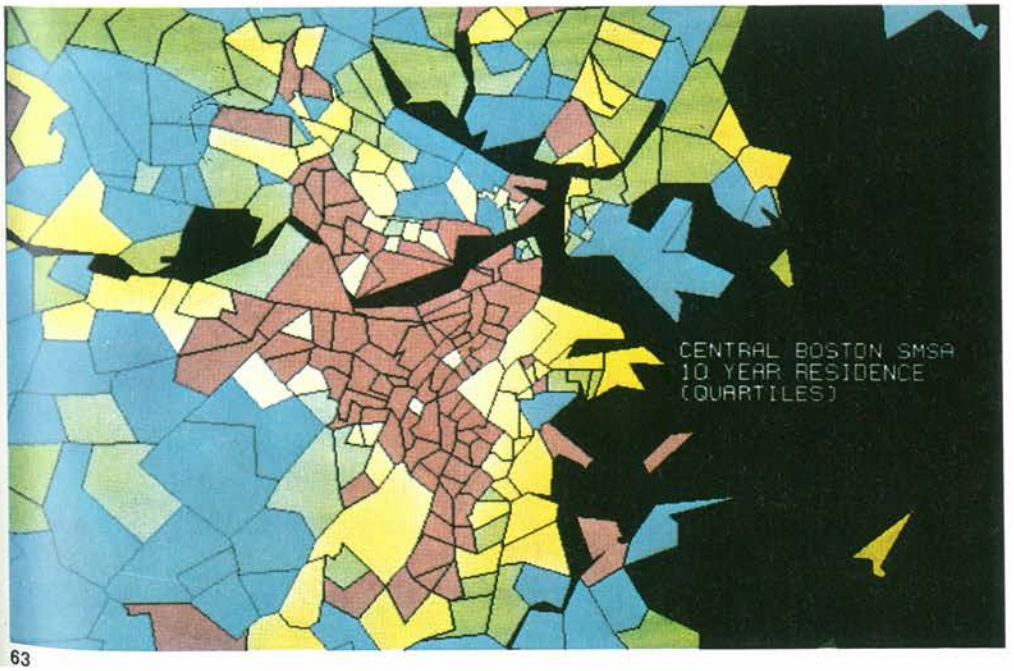




62

Fig. 62 - Le immagini della figura si riferiscono ad un programma di animazione finalizzato alla rappresentazione ed alla percezione di mappe dinamiche spazio-temporali, descriventi la rete delle comunicazioni aeree commerciali statunitensi e le rotte degli aeromobili.
La parte continentale degli Stati Uniti è stata divisa in quattro strisce verticali ognuna delle quali rappresenta uno dei fusi orari. I colori scelti sono in accordo con le varie ore del giorno, così il giallo e l'arancione si riferiscono alle ore del mattino mentre il viola ed il blu a quelle della sera. Ciascuno dei trentacinque scali principali viene rappresentato tramite un cilindro che aumenta o diminuisce la sua altezza in accordo con la variazione del traffico locale. Ciascun aeromobile è rappresentato da una freccia con la punta rivolta verso la destinazione. (Immagini cortesemente concesse dal Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis, programma realizzato da G. Dutton).

Fig. 63 - Il programma ODYSSEY permette di avere visioni complessive dagli Stati Uniti e permette peraltro di ingrandire singole zone geografiche, aree metropolitane, contee, etc.
I dati rappresentati sono quelli provenienti dai censimenti governativi, i colori sono di volta in volta scelti dal sistema o dall'operatore in maniera interattiva, per mettere in evidenza caratteristiche particolari rilevate nel data base. (Immagini cortesemente fornite dal Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis - Hardvard MA - USA).



63

presentare i dati finali, precedentemente processati) e che serve solamente come make up di un processo decisionale realizzato mediante l'applicazione di modelli e/o di tecniche ad hoc, si può obiettare che l'uso di opportune tecniche di analisi, rappresentazione e processo dei dati per via grafica, specie su data-base relativi a vaste aree di territorio, non è alternativo ma è propedeutico e conclusivo nell'applicazione di modelli di previsione, di modelli what if ed altri.
In realtà come l'introduzione delle regole prospettiche produsse all'inizio immagini tese a sperimentare la bontà del metodo ed ad affinare le tecniche, così l'introduzione delle macchine per il calcolo automatico ha invogliato e permesso agli studiosi di investigare realtà complesse e di realizzare in tempi brevi quello che era lungo e difficile da calcolare (fig. 64).
Come a seguito dell'acquisizione completa della prospettiva gli artisti non furono più interessati a sperimentarne i canoni ed a seguirne pedissequamente le regole ma, usandola come strumento, si rivolsero all'immagine per comunicare ponendo attenzione al colore alla luce ed al soggetto, così da oggi l'immagine deve considerarsi il sistema per poter comunicare indagare usando pienamente le possibilità offerte dalle macchine per il calcolo automatico (fig. 65).
L'esercizio presentato nelle immagini della fig. 66 ben si presta ad esemplificare alcune delle possibilità che si hanno nell'elaborare dati relativi ad una figura semplice quale, quella di un'isola e delle sue linee di livello altimetriche.
Una stessa immagine può risultare più o meno chiara in dipendenza dal contesto nel quale si trova, e da come viene disegnata. Si tratta in questo caso di veri e propri problemi di comunicazione della visione.
Un programma grafico ben costruito deve tenere in conto le necessità di utilizzatori diversi, o diverse necessità dello stesso utilizzatore il quale può volere un semplice contorno dell'oggetto o desiderare una presentazione che ne metta in rilievo alcune caratteristiche (fig. 66).
L'immagine colorata, non sempre risulta essere più efficace di quella in bianco/nero o a tonalità di grigio, è però vero che la

64

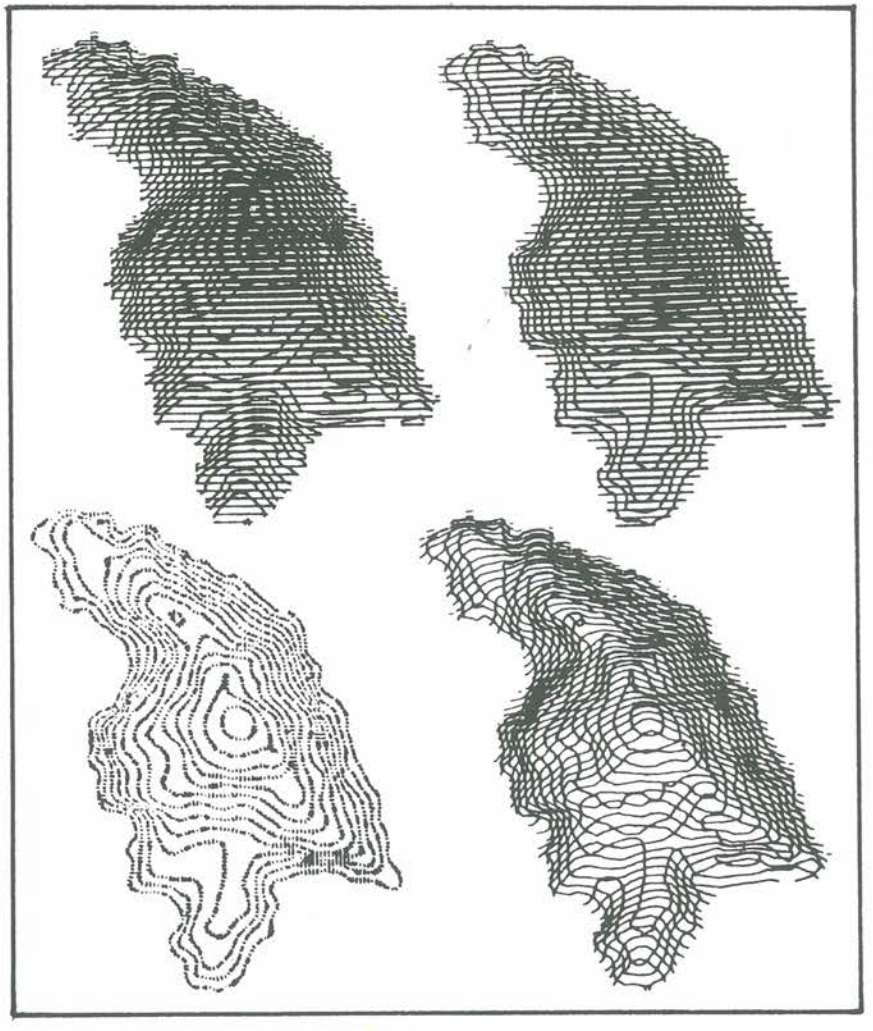
65

Fig. 64 - Una immagine prospettica di Jan Vredeman de Vries (1527-1604).

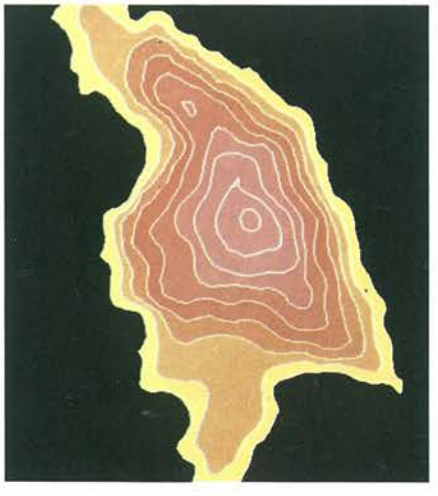
Fig. 65 - Un'immagine tratta dal volume di Gustave Doré e Blanchard Jerrold dal titolo "Viaggio a Londra" e pubblicato la prima volta nel 1872.

Fig. 66 - Le immagini rappresentano vari modi per rappresentare la stessa isola (seguendo l'ordine orario): la prima è stata realizzata rappresentando le linee di contorno verticali dell'isola, enfatizzandole, mediante tratti orizzontali di spessore proporzionale alla pendenza delle curve intersecate; nella seconda si sono rappresentate le linee di contorno orizzontali; nella terza alle linee di contorno orizzontali si sono sovrapposte quelle verticali e nella quarta infine ogni curva di livello è stata realizzta tramite segmenti inversamente proporzionali alla inclinazione locale della superficie descritta.

Fig. 67 - La figura mostra la fig. 66 ottenuta a colori campendo con toni diversi le aree comprese tra due curve di livello. (Immagini cortesemente fornite dal Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis - Harvard - USA).



66



67

immagine fornisce il più elevato grado d'informazione tramite visione (fig. 67).

Computer grafica non significa solamente immagine o grafica ma anche e soprattutto interazione persona-macchina.

Nel capitolo precedente ed in quelli che seguono tale argomento tramite l'esame delle specifiche apparecchiature di input e di output, viene affrontato in dettaglio.

Nell'ambiente di ricerca e di sviluppo dell'Architecture Machine Group - MIT molte risorse vengono investite in questo campo.

Un progetto avviato circa nel 1977, risulta essere interessante per quanto è stato prodotto nel suo ambito. "Augmentation of human resources in command and control through multiple media man - machine interaction" fu proposto ad un organismo militare statunitense e ha prodotto in via sperimentale la "media room", la stanza dei mezzi (fig. 68). Essa è finalizzata alla gestione del SDMS (Spatial Data Management Systems) e permette al fruitore di essere completamente immerso in uno spazio informativo.

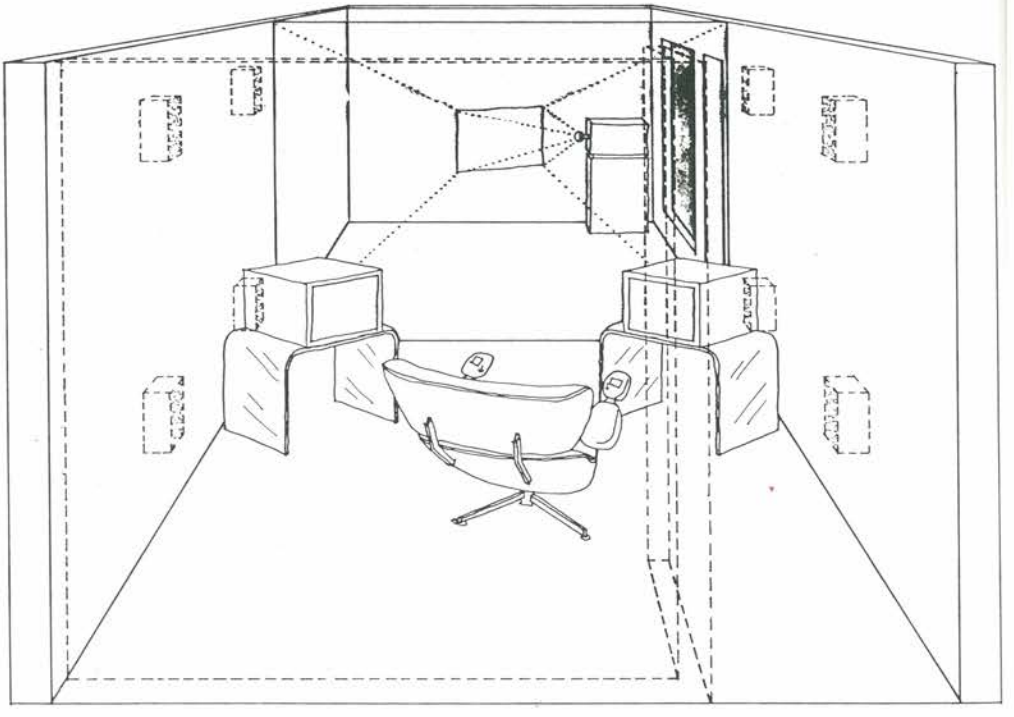
Varie sono le considerazioni alla base dello studio e sviluppo del sistema. Esse vanno dall'assicurare al fruitore uno spazio completamente coinvolgente, vivibile in senso informatico e tale da tenere occupati tutti i suoi sensi, tatto, udito, visione, ad assicurare un'organizzazione delle informazioni ispirata al funzionamento della memoria esercitata dai retori greci.

La loro prodigiosa memoria non era infatti altro che un'organizzazione ben precisa delle varie parti dei testi, ciascuna delle quali veniva collegata ad un oggetto o visione. Il vedere un oggetto non faceva altro che far sovvenire alla memoria una parte del discorso; percorrendo allora con lo sguardo le varie statue di un tempio, si poteva facilmente recitare tutta l'orazione (fig. 69).

Esistono varie edizioni della "media room" nell'ultima, rappresentata in fig. 70, l'immediatezza dell'interattività viene assicurata dalla possibilità di interagire con la macchina solamente puntando il dito verso lo schermo parete.

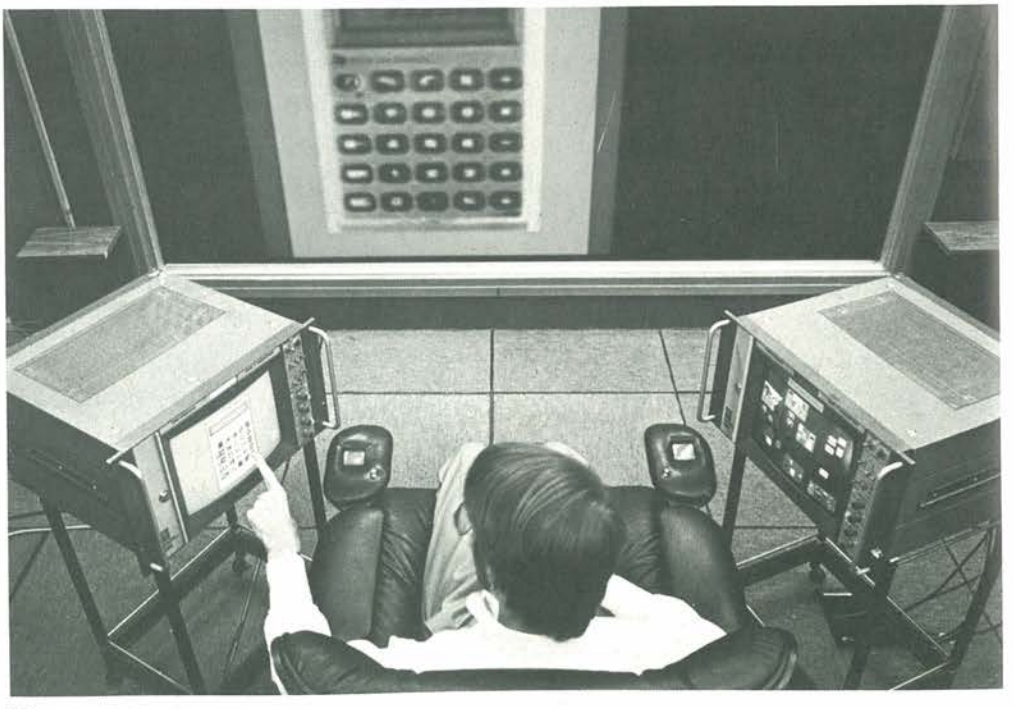
Diminuiscono in tal modo anche le interazioni di tipo sensorio a favore di indicazioni naturali, quali quelle che siamo in grado di fornire stando seduti nella nostra poltrona

Fig. 68 - Che cosa è la media room? È uno spazio nel quale l'utilizzatore è circondato da attrezzature di output ed input in modo tale da potere interagire completamente con il sistema. La stanza nella quale si trova l'utilizzatore, è un normale ufficio non dotato di scrivania, essa è sostituita da uno schermo a parete sul quale vengono proiettate le immagini prodotte da un video posizionato nella parte posteriore della stanza. L'utilizzatore trova posto su di una comoda poltrona fornita su ciascuno dei due braccioli di due sistemi di input: un sensore al tatto ed un joystick.
Sulle pareti laterali trovano posto otto altoparlanti tramite i quali l'utilizzatore ottiene informazioni dal sistema.
Di fronte alla poltrona girevole sono posizionati due monitors a colori forniti di schermo sensibile al tatto, essi sono a portata di mano da parte dell'utilizzatore che interagisce anche con essi. In precedenti versioni della media room veniva messa a disposizione dell'utente anche una tastiera, lo sviluppo del sistema di interazione e il progresso dei sistemi di input hanno fatto sì che essa non si rivelasse più necessaria. (Immagine cortesemente fornita dal Architecture Machine Group - MIT-USA).



68

Fig. 69 - Una utilizzazione della media room. Il sistema sta simulando una calcolatrice tascabile: l'utente opera sul monitor alla sua destra tramite lo schermo sensibile al tatto e sul grande schermo appare il risultato di quanto elaborato.
Sul monitor alla destra dell'utilizzatore è costantemente mostrato il menù delle possibilità del sistema, basta toccare il monitor in una delle immagini e si opererà nell'ambito desiderato.



69

Fig. 70 - In questa edizione della media room è possibile fornire comandi al sistema tramite la voce e puntando su lo schermo. In questo caso si stanno muovendo segni (cerchi, triangoli, etc.) su di un ingrandimento di una mappa del mar dei Caraibi.
La possibiltà di fornire comandi al sistema tramite il gesto, è possibile grazie a due cubi-sensori dello spazio. Il cubo più piccolo è legato al polso dell'utilizzatore, mentre quello più grande visibile in figura, permette di rilevare le variazioni nei gesti. (Immagini cortesemente concessa dal Architecture Machine Group MIT-USA. Foto eseguita da Hans C. Lischewski).

cercando con lo sguardo un libro a noi ben noto per forma e collocazione nella nostra biblioteca.

Nella media-room tre componenti interagiscono: l'elettronica, le immagini ed il fruitore. La vera parte innovativa rispetto a qualche anno fa è la presenza di sistemi di gestione digitale di immagini analogiche tipo televisivo. Questo è reso possibile dall'impiego dei videodischi.

Il videodisco è un disco che contiene immagini televisive. Il segnale video viene registrato nel disco di plastica e successivamente viene letto tramite un pennello laser il cui segnale opportunamente decodificato permette di vedere l'immagine inizialmente registrata.

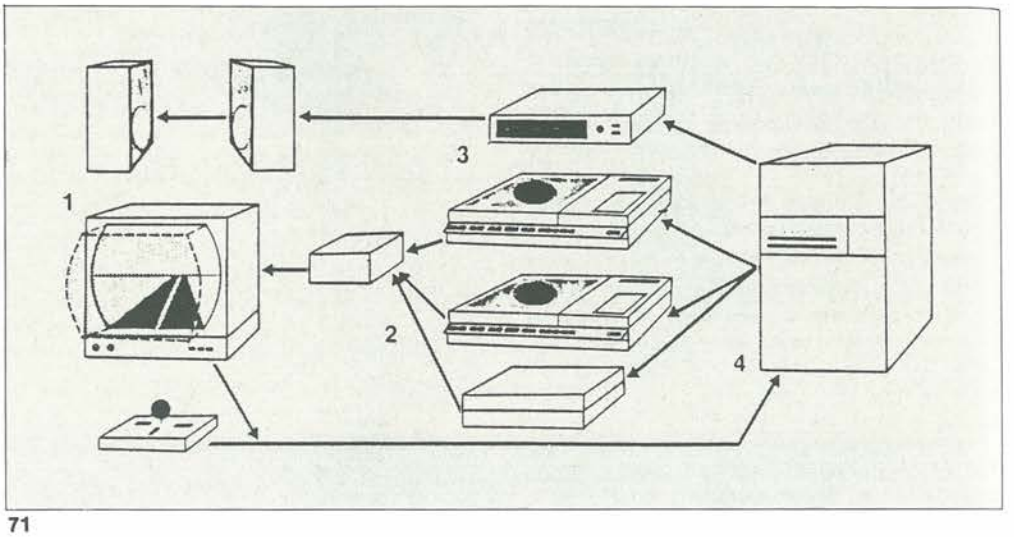
Ogni immagine è individuata da un numero è quindi possibile l'accesso casuale alle immagini contenute sul disco, oltre naturalmente al rallentamento, inversione e blocco della proiezione.

Un video disco contiene circa 54.000 immagini televisive. Si pensi allora di avere la possibilità di gestire in maniera completamente interattiva tutte queste immagini, di potere saltare da una all'altra, di potere entrare nei sottoinsiemi nei quali ovviamente dovrà essere stato organizzato l'archivio, etc..

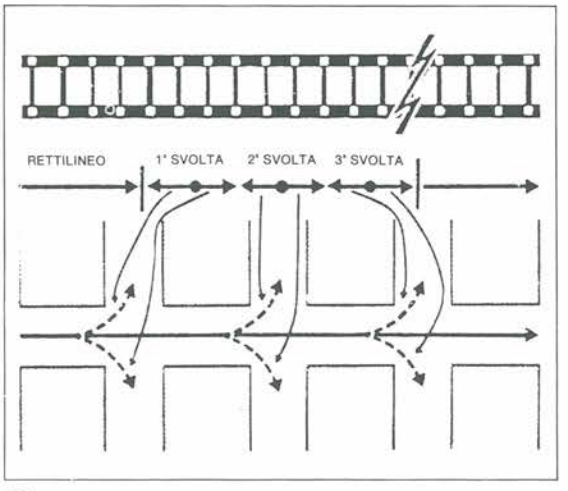
Una tra le più interessanti possibilità è stata messa a punto dall'Architecture Machine Group per potere percorrere, rimanendo seduti in poltrona, una città.

L'apparecchiatura a disposizione dell'utilizzatore si presenta più semplice della media-room. È un televisore il cui schermo è sensibile al tatto (vedi cap. 3°); su di esso appaiono le immagini di un percorso (ad esempio effettuato in automobile) e alla base dell'immagine sul video alcune aree colorate indicano la possibilità di modificare a piacimento la velocità di percorrenza, due frecce poste ai lati permettono di poter girare a destra e sinistra durante il percorso, si può peraltro fermare l'immagine ed indagare più approfonditamente su suoi particolari puntando su di essi il dito (figg.71, 72, 73).

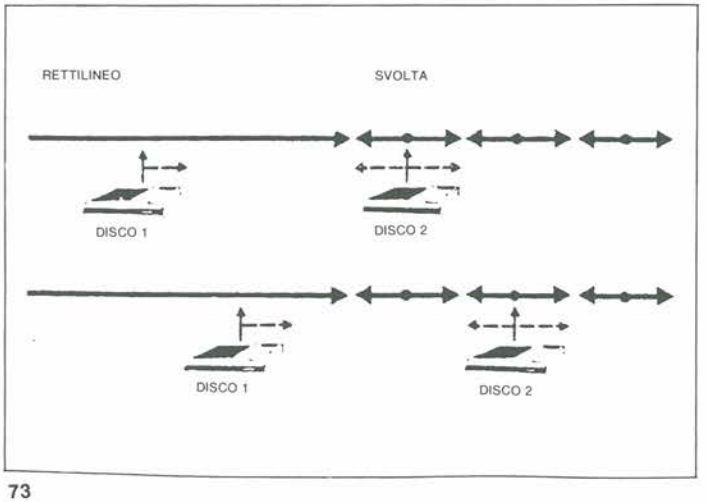
Molteplici le utilizzazioni di un tale sistema: dai servizi di ordine pubblico e sicurezza in una città, alla possibilità di presentare progetti di viaggio a clienti di una agenzia di



71



72



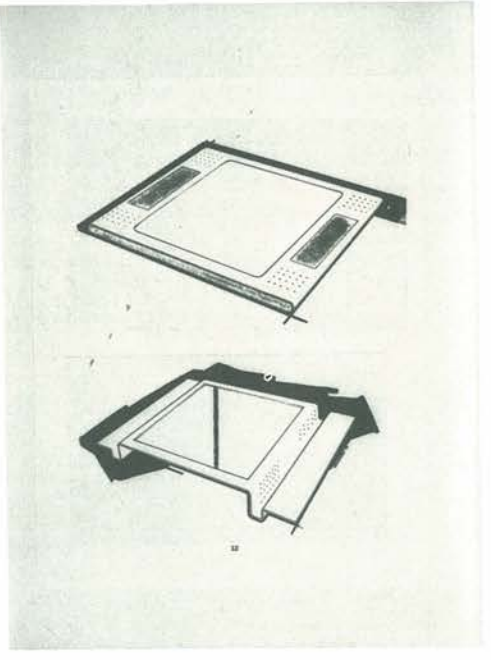
73

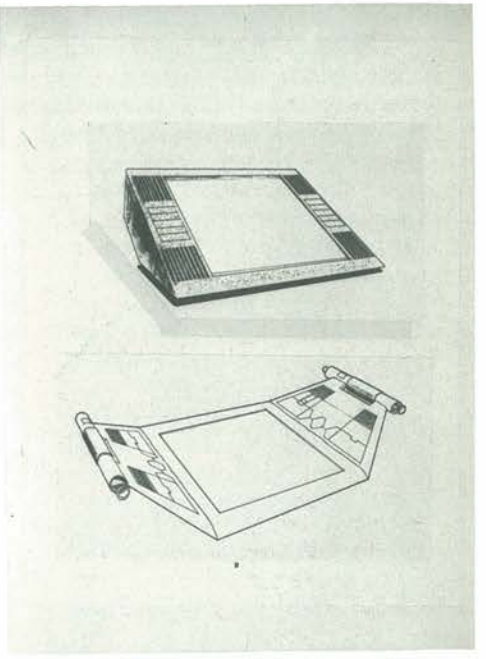
Fig. 71 - L'immagine mostra i componenti del sistema messo a punto nel progetto. La zona 1 è quella relativa all'utilizzatore: essa è fornita di altoparlanti per l'output sonoro, di un monitor fornito di pannello sensibile al tatto e di un joystick come ulteriore sistema di interazione con il sistema.
La parte 2 contiene due videodischi ed un sistema per l'output delle immagini. La parte 3 contiene un sintetizzatore di voce che ha l'uscita su i due altoparlanti, la parte 4 contiene il computer come sistema di gestione di tutte le attrezzature e del data-base.

Fig. 72 - Organizzazione delle immagini sui dischi. Un percorso rettilineo lungo una strada è seguito dalle possibili svolte ad ogni incrocio. Da un singolo punto del disco procedendo in avanti è possibile fruire quello che si vede nella svolta a destra, procedendo indietro si fruiscono le immagini della svolta a sinistra.

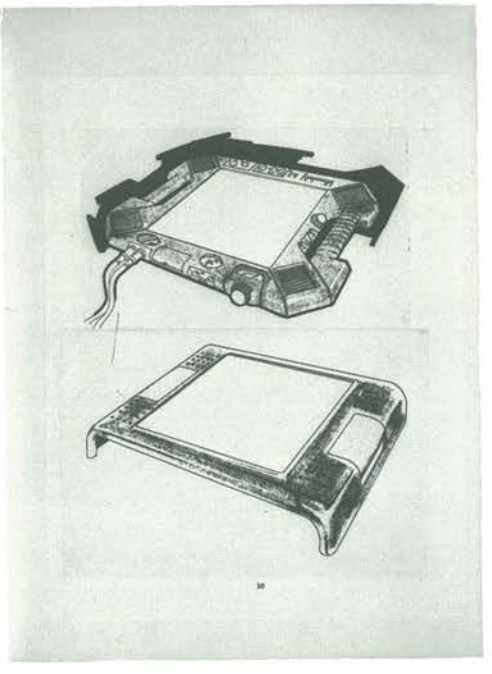
Fig. 73 - Lo schema mostra il funzionamento dei due videodischi impiegati nel sistema. Mentre un videodisco sta mostrando le immagini di un percorso lungo la strada principale, l'altro videodisco si posiziona sul prossimo incrocio, non appena l'incrocio è stato superato senza che l'utilizzatore abbia scelto di voltare a destra o sinistra, il secondo videodisco si posiziona sull'altro incrocio e così di seguito (fonte cfr. bib. 32).

Fig. 74 - Alcuni tipi di tavolette interattive (digitizers, vedi cap. 3°) progettate per assicurare la interazione anche in ambienti difficili, come ad esempio a bordo di un mezzo di trasporto o in situazione di emergenza. La tavoletta contiene in sé le principali caratteristiche della media-room, il display, la possibilità di interagire con il display tramite il tatto, alcuni altoparlanti che comunicano informazioni all'utilizzatore. In più le tavolette possono presentare un'opzione che in qualche maniera surroga la limitazione del loro display. Immaginando infatti che sul display appaia una parte di carta geografica, la tavoletta è in grado di risentire le diverse posizioni di se stessa nei confronti dell'osservatore così da interpretarne i movimenti ed adeguare ciò che viene mostrato ai suoi desiderata. Allontanando la tavoletta dallo sguardo, come si fa con una carta geografica per avere una veduta di insieme, la scala diventerà minore mostrando una maggior parte di territorio, avvicinandola agli occhi la scala crescerà, verrà mostrata una porzione minore di territorio ed il dettaglio aumenterà, interpretando in tal modo l'operazione che l'osservatore generico compie con un oggetto, quando, per interpretarne meglio le caratteristiche, se lo avvicina agli occhi. (cfr. Guy Weinzapfel, Mapping by yourself a multimedia paradigm for computer based geographics, in Interactive Techniques in CAD, Bologna September 21-23 1978, 78CH1289-8C).





74

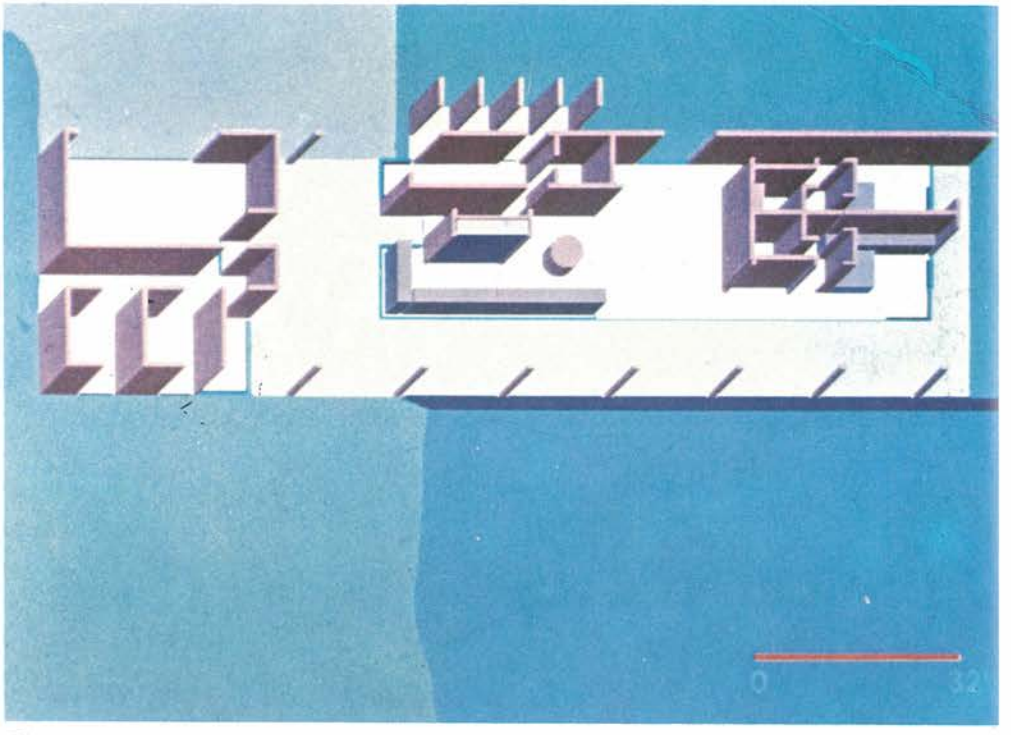


vacanze. Si pensi ora all'opportunità di utilizzare un sistema di tal genere non in una stanza ma nell'ambiente cittadino su di un mezzo motorizzato ad esempio alla ricerca di un incendio o in presenza di una emergenza qualsiasi. La mappa della città o le immagini di ciò che ci aspetta dietro l'angolo vengono mostrate sulla tavoletta/schermo che abbiamo sulle ginocchia. Avvicinando la tavoletta ai nostri occhi in un moto istintivo di maggiore attenzione e ricerca di particolari, potremo produrre un ingrandimento della immagine: allontanandola produrremo invece un ingrandimento della scala della immagine. Potremo così ottenere una veduta d'insieme con minori dettagli, puntando un dito poi su un particolare della immagine potremo ottenere informazioni, trasmesse da un altoparlante, su l'edificio indicato, la strada, la posizione delle condutture nel sottosuolo, etc. (fig. 74).

Non sembra complicato avere familiarità con apparecchiature di tal genere poiché si sfruttano tutti i sistemi propri della interattività naturale tra persona e ambiente esterno.

Ma la creatività viene salvata, incentivata, almeno esercitata, oppure frustrata? Si può dire che soprattutto viene emancipata la decisionalità dell'utente tramite la possibilità di disporre di tutte le informazioni e dati necessari (fig. 75).

Altre procedure sono state messe a punto nell'ambiente del Architecture Machine Group per eseguire vere e proprie operazioni creative in termini, ad esempio, di progettazione architettonica. È allora possibile che più progettisti intorno ad un tavolo non usino più le matite per comunicare le loro idee ma che usino, sulla stessa base ed in contemporanea i sistemi di disegno e rappresentazione interagendo tra loro e con il sistema (fig. 76).



75

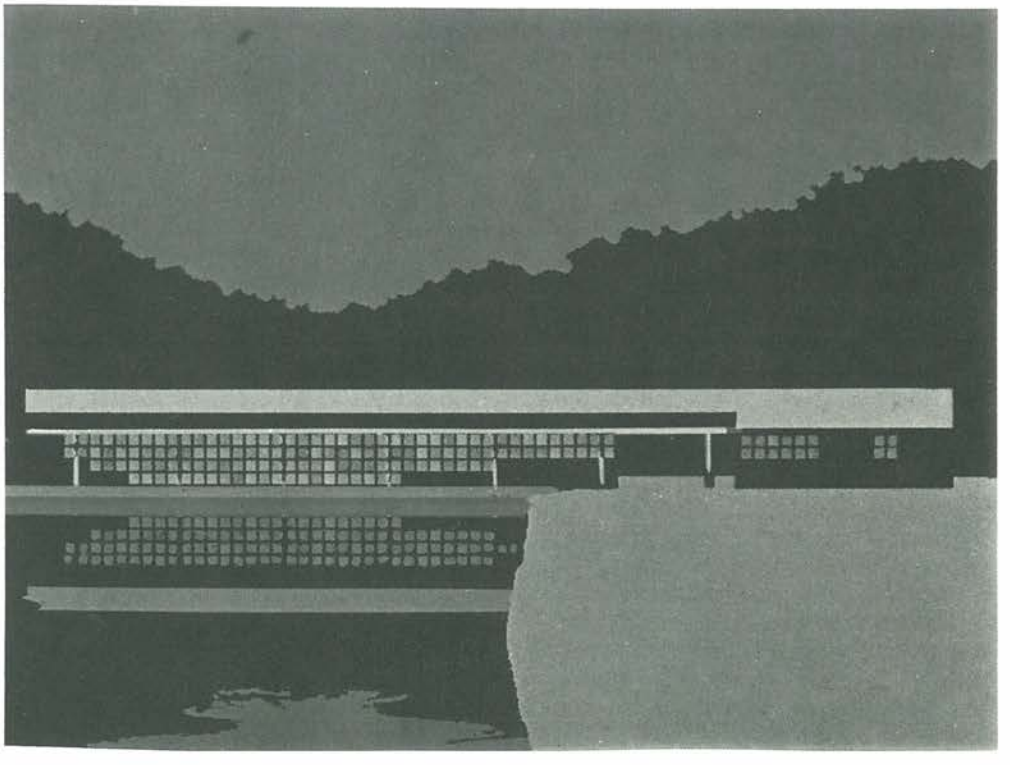
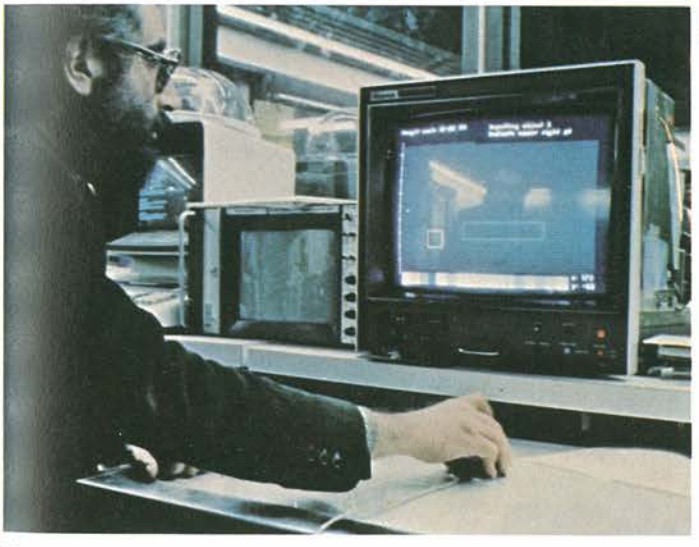


Fig. 75 - Il progetto per una abitazione può essere ampliamente rappresentato, dopo essere stato studiato e redatto mediante sistemi automatici di progettazione e rappresentazione, tramite monitor a colori in maniera interattiva. È possibile in tal modo indagare le varie parti del progetto ottenendo in tempo reale gli elaborati richiesti.
Le immagini riportate si riferiscono ad outputs da programmi in grado di effettuare colorazioni, restituzioni assonometriche, restituzioni prospettiche e di fornire tutti gli strumenti necessari per la progettazione architettonica. (Progetto architettonico di Yann Weymouth, Redroof Design, processo elettronico ed immagini a cura di Hans C. Lischewski e Y. Weymouth).

Fig. 76 - Due progettisti possono colloquiare tra loro con il sistema, modificando ed intervenendo in maniera interattiva sul progetto.
L'uso della tavoletta grafica viene fatto sia per digitalizzare dati da mappe, fotografie, disegni etc. sia per eseguire scelte su menù prestabiliti per quanto concerne il tipo di programma da utilizzare, restituzione piana, prospettica, assonometrica, per blocchi, etc. sia per decidere le caratteristiche del tratto da usare, spessore del tratto, colore, campitura di aree chiuse, etc. (Immagini cortesemente concesse da Hans C. Lischewski).

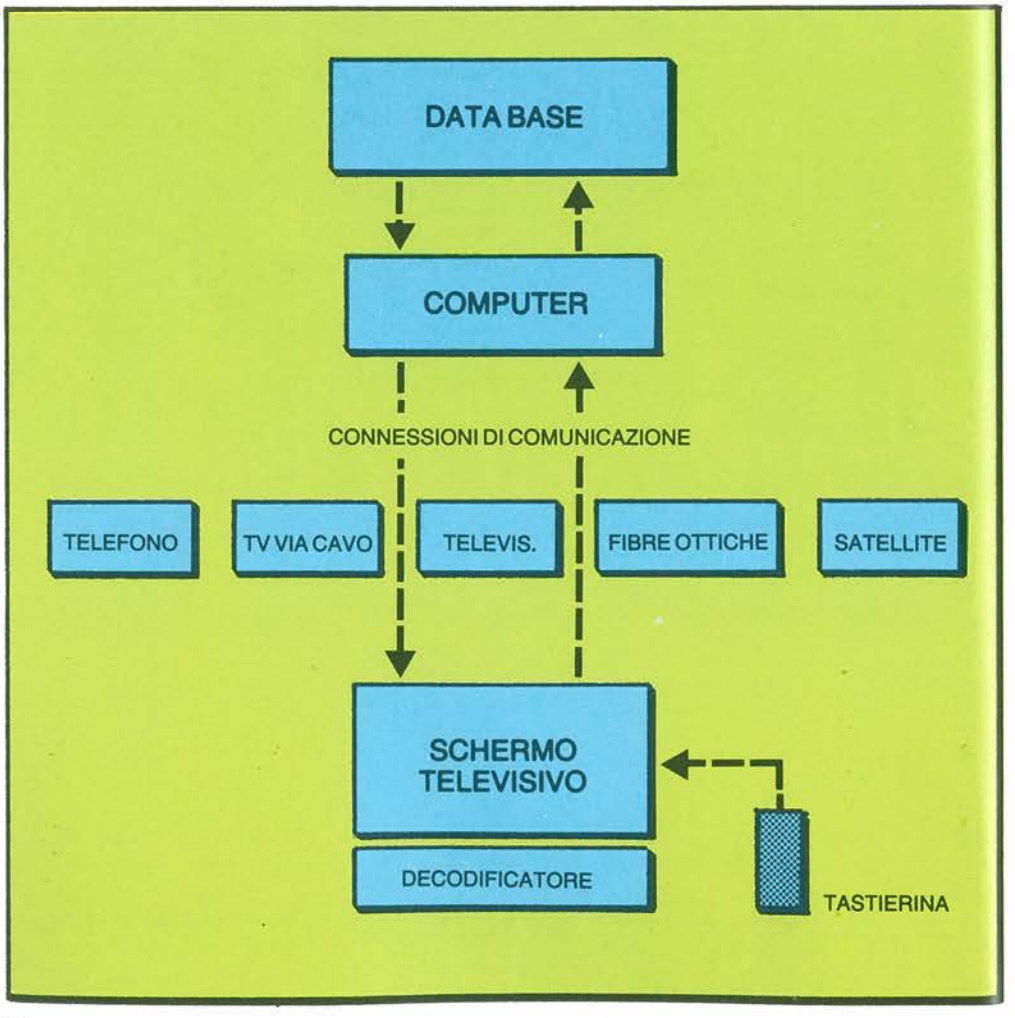


76

2.3
Uno scenario a breve termine

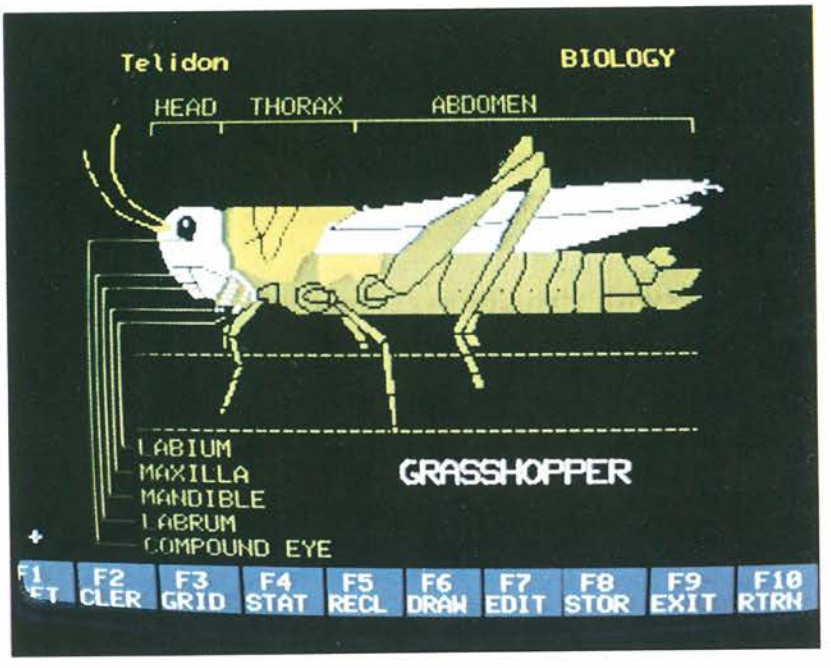
Alcuni fattori importanti influenzeranno il progresso e sviluppo dell'uso di tecniche legate alla computer grafica e processo di immagine nei prossimi decenni.
La messa a punto di uno scenario, a dieci anni, di uso delle tecnologie informatiche nei luoghi comunitari, nelle abitazioni e nella maggior parte dei servizi, è tutt'altro che difficile. Occorre però prestare attenzione alla definizione di vincoli ben precisi e di limitazioni che ovviamente influenzeranno lo scenario.
Fattori importanti di sviluppo, saranno il taglio nei costi dei componenti elettronici, la immissione sul mercato di componenti sempre più specializzati e sofisticati, la facilità del loro montaggio, la loro distribuzione e commercializzazione, il fatto che sempre un maggior numero di operazioni verranno regolate tramite componenti elettronici (vedi l'uso del microprocessore nelle automobili, negli elettrodomestici, etc.).
Oggi è più difficile vedere le limitazioni ad uno sviluppo di tal genere che immaginarne le possibili applicazioni.
È simile a quanto è accaduto ad esempio per l'uso del motore a combustione interna o del motore elettrico.
Abbiamo del resto sperimentato che i problemi sono emersi quando o è venuta a mancare la fonte di energia, e questo è un problema che ben poco toccherà l'elettronica che usa quantità minime di energia per il funzionamento dei componenti, ovvero quando si sono fatti insostenibili i problemi di inquinamento che hanno modificato l'ambiente nel quale viviamo. Come già esiste oggi l'inquinamento da microonde, potrebbe esistere nel giro di qualche decennio un inquinamento da flussi di informazione.
Che cosa succederà alle generazioni future abituate a colloquiare in tempo reale con sistemi informativi? Quali modificazioni verranno indotte nel nostro modo di operare e ragionare e ritenere le informazioni?
Sono domande alle quali la psicologia applicata allo studio di "media" e del rapporto persona - macchina, dovrà certamente rispondere (figg. 77, 78).
La grande innovazione del telefono non è stata certo la possibilità di apprendere informazioni a distanza, ma il poterle apprendere in tempo reale.

Fig. 77 - Videotex è un sistema bidirezionale di informazione, tramite il quale gli utilizzatori possono richiamare informazioni su di uno schermo TV dalla memoria di massa di un computer usando una tastierina alfanumerica.
Il vettore delle informazioni può essere la linea telefonica, un cavo coassiale, può avvenire tramite microonde oppure fibre ottiche.
Una rete videotex può essere immaginata come una autostrada sulla quale viaggiano informazioni tra gli utenti, o tra gli utenti ed un singolo centro di documentazione.
Una parte della descrizione sembrerebbe simile a quella di una rete telefonica: ma su una rete videotex viaggiano informazioni ancora più potenti della voce umana: le immagini. L'immagine rappresenta il funzionamento del sistema Videotex.
Il televisore di casa è in comunicazione tramite uno strumento decodificatore con il sistema di circolazione di dati ed informazioni (telefono, tv via cavo, rete televisiva, fibre ottiche, satellite), tramite la tastierina di cui è fornito oramai quasi ogni televisore è possibile poi comunicare con il computer, il quale a sua volta ha accesso agli archivi desiderati dall'utente.



Scrivendo una lettera, si dicono cose diverse, con un altro modo di dire che non facendo una telefonata. Se poi la telefonata viene fatta a persona della quale si riescono a comprendere le sfumature di voce, esistono tante informazioni non dette ma che l'utilizzatore del sistema può comprendere perché conosce molto bene la persona fonte dell'informazione.
È certo difficile oggi che un utilizzatore di un sistema informativo riesca ad ottenere informazioni non contenute nel sistema.
Se chiediamo ad un sistema automatico telefonico di darci il numero di telefono dell'abbonato tal dei tali, se il numero non ci viene dato, una volta sicuri che il sistema funziona, siamo certi che il numero non esiste. Parlando con un operatore umano se ci viene detto con un tono di voce particolare che il numero non esiste, rimaniamo con il dubbio che il numero richiesto potrebbe esistere ma che l'operatore o non è stato capace di reperirlo o non lo voleva fare e perciò ha dato una risposta negativa.
Il tipo di immagine è legato alla fruizione dell'utente. Oggi ad esempio le immagini di tipo continuo vengono di molto preferite a quelle di tipo discreto ma ciò non significa che immagini di tipo discreto siano a più basso contenuto informativo di quelle di tipo continuo.
Il poter disporre di un tipo di immagine invece che un altro, è funzione delle caratteristiche della periferica di output a disposizione.

Fig. 78 - Un esempio di videotex. Se il giovane utilizzatore sta effettuando una ricerca sugli insetti può, ad esempio, richiamare l'immagine di una cavalletta e studiarne le caratteristiche. L'interazione con lo schermo ed il sistema gli darà poi la possibilità di proseguire nella ricerca magari con altri animali.



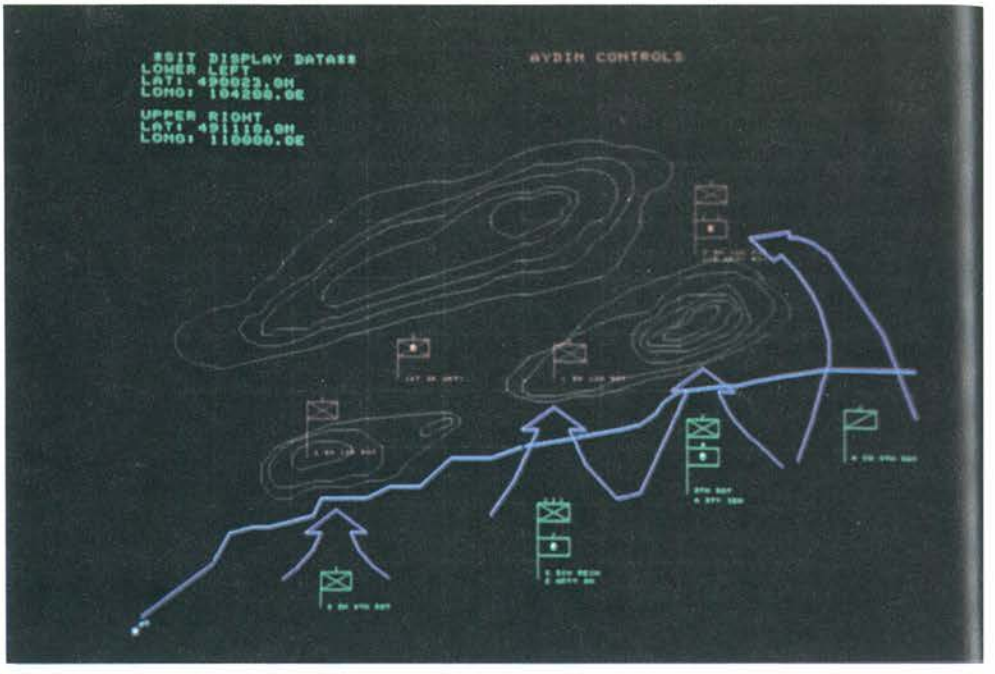
78

Qualora oggi si voglia mettere a punto una stazione terminale di computer grafica in un sistema per il calcolo automatico, e si vogliano dare a questa caratteristiche tali che i suoi outputs possano essere utilizzati per scopi cartografici, si dovranno spendere dai 50.000 ai 70.000 US $: considerando in ciò un 35% investito in software. Nella stazione di lavoro si deve prevedere generalmente un CRT a colori, un sistema di esecuzione e/o riproduzione delle immagini su supporto rigido (carta, foto, film, etc.), un software applicativo ad hoc e tutte quelle attrezzature necessarie a permettere il lavoro dell'operatore ed il collegamento con il sistema centrale.
Si potrà quindi considerare efficace l'approntamento di un sistema di computer grafico quanto in accordo con le periferiche ed il software utilizzato il costo di un output grafico vari tra i 5 e 50 US $ l'uno.
Sotto tale ottica appare importante considerare la velocità delle periferiche di output nel processo di elaborazione della immagine.
In accordo con quanto detto nel Cap. 4, sono oggi sul mercato, ed è attendibile che queste rimarranno per un vicino futuro, tre essenziali tipi di periferica: la stampante, il videografico, (le apparecchiature ad esso connesse per realizzare su supporto rigido quanto da esso mostrato, foto, carta, hardcopy, etc.) e il plotter.
Queste tre apparecchiature si differenziano per una caratteristica essenziale: l'uso di sistemi meccanici nella preparazione dell'immagine.
Il video grafico è l'unica apparecchiatura che non utilizza parti meccaniche per la compilazione della immagine, risulta essere quindi la più veloce anche se possiede la limitazione della dimensione: problema da non sottovalutare nella manipolazione di grandi data-base grafici e di immagini che necessitano una definizione notevole.
La velocità di risposta e presentazione dell'elaborato è una delle caratteristiche essenziali della interattività tra persona e macchina.
La interattività è del resto una delle qualità che di un qualunque sistema automatico di calcolo l'utilizzatore, anche quello non orientato, ha meglio capito in questi ultimi anni. Il problema che generalmente esiste

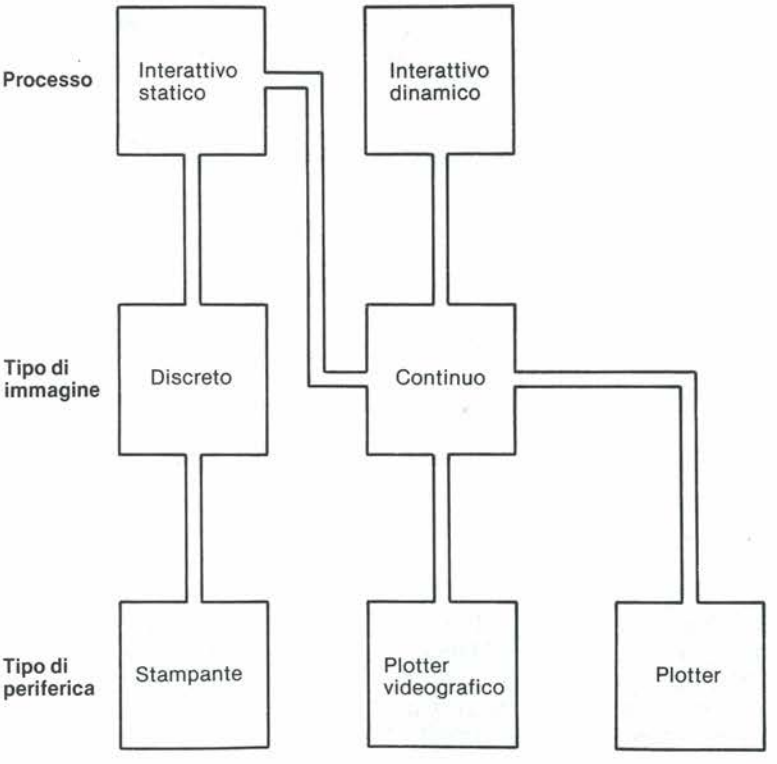
Fig. 79 - L'utilizzazione militare è tra quelle che più si avvantaggiano delle caratteristiche interattive della computer grafica.
Lo studio in tempo reale di un campo di battaglia dove si sta svolgendo uno scontro può certo aiutare e prendere decisioni in tempi brevi, tenendo in debito conto i fattori più importanti. (Immagini cortesemente fornita dalla Aydin Corp.).

Fig. 80 - La figura mostra come comunicano e si collegano in "computer graphics" i vari tipi di processi, di immagini e di periferiche.
I collegamenti mostrati nella figura sono quelli considerati ottimali in un processo computer grafico interattivo. Questo significa quindi che possono esserci altre combinazioni tra i componenti ma i risultati saranno o particolari, per specifiche finalità, ovvero non ottimizzeranno l'utilizzazione e la scelta di questo o quel componente.

nell'usare la interattività è che essa non è generalmente ottimizzata.
I computer sono in grado di eseguire molte operazioni al secondo, le periferiche sono capaci di mostrare su carta stampata e su video i risultati ad altissima velocità, e noi? Con quale rapidità processiamo l'informazione presentata come immagine prodotta da computer?
Molto spesso siamo estremamente lenti, svogliati, distratti, non poniamo attenzione, specie se non siamo gratificati adeguatamente nel lavoro.
Il ciclo della interattività subisce spesso quindi un rallentamento e/o discontinuità nella zona riguardante l'utilizzatore.
Con ciò non si vuol dire che la interattività non serve o non è utile, essa viene però spesso utilizzata poco e male. Come spesso avviene nel nostro campo l'interattività nacque per scopi militari per prendere presto e convenientemente decisioni; trasferita poi a scopi civili mancò un elemento importante quale il coinvolgimento dell'operatore (fig. 79). È particolarmente importante il fatto ad esempio che l'operatore civile abbia solamente di rado in gioco vite umane durante l'uso di un sistema interattivo (a meno ad esempio di quelli utilizzati nel controllo del traffico aereo); questo fa sì che spesso il sistema venga sottoutilizzato.
La interattività quindi più che essere una possibilità utilizzata in continuo è spesso un desiderio di annullare i tempi di risposta, che qualora lunghi inducono ulteriori tempi di attesa e rallentamenti nella utilizzazione del sistema.
È stato detto che l'uso di tecniche di computer grafica, per quanto concerne la progettazione meccanica, quella strutturale, il disegno, etc. aumenta di molto la produttività di coloro i quali eseguono tali lavori.
Da studi condotti in uffici americani è emerso peraltro che la crisi della produttività, tocca sensibilmente anche la classe manageriale. Si sta pensando quindi di utilizzare le tecniche di analisi e processo dei dati via immagine, anche per i managers nel tentativo di alleviare la fatica di leggere e studiare sempre una maggiore mole di dati e di dovere fare operazioni di sintesi faticose e laboriose.
Quello che viene prodotto dalla computer grafica deve essere visivamente elaborato



79



80

con e per tempi che sono decine o centinaia di volte superiori a quelli impiegati per produrlo; in tal caso la interattività è in realtà il desiderio di potere interagire facilmente con il sistema ed ottenere facilmente nuovi grafici ed immagini.
Va quindi distinta la interattività, la accessibilità, la facilità di uso e la comunicabilità con il sistema.
Qualora comunque si voglia rimanere nell'ambito della interattività occorre distinguere per quanto riguarda la computer grafica sistemi interattivi statici ed interattivi dinamici.
Qualora si esamini il processo interattivo da parte dell'utilizzatore occorrerà considerare che esso possa essere statico o dinamico. I due tipi di processo sono in accordo con il tipo di fruizione che si effettua dell'output del sistema. Si può definire interattivo statico, un processo che produca outputs in un tempo maggiore e/o dello stesso ordine di grandezza, di quello necessario per fruire quanto prodotto dal sistema e prendere decisioni in merito. Sarà interattivo dinamico invece un processo nel quale vengono sfruttate tutte le caratteristiche di velocità del sistema di calcolo automatico. Inoltre, nell'interattivo dinamico il tempo necessario per produrre l'output sul quale compiere decisioni è inferiore o al massimo uguale a quello necessario per compiere decisioni su quanto elaborato e mostrato dalla macchina.

Appare quindi chiaro che ogni processo interattivo può essere valutato solo in funzione di ciò per il quale viene messo a punto e per le utilizzazioni alle quali è suscettibile. Esaminare il tipo di processo e compiere decisioni su di esso è importante poichè è ovvio che nel prossimo futuro ogni processo di utilizzazione legato al calcolo automatico sarà personalizzato ed interattivo.
Poiché gli sviluppi in campo informatico risulteranno avere il massimo tasso di crescita in settori quali la istruzione, la ricerca e l'automazione negli uffici, (è stimata per questi settori una crescita del 200%) è attendibile che il processo interattivo dinamico, tipico dei su citati campi, riceverà un impulso notevole. La sua influenza si farà peraltro sentire anche su altri campi da tempo caratterizzati da processi statici. Verranno quindi preferite le periferiche proprie del processo dinamico (fig. 80) e l'utilizzatore risulterà più esigente dal punto di vista delle immagini prediligendo quelle continue a quelle discrete.
Immagini discrete sono quelle nelle quali il singolo elemento di definizione è visibile ad occhio nudo; sono immagini continue quelle nelle quali, per essere l'elemento singolo di definizione molto piccolo e non risolvibile ad occhio nudo, si ha a che fare con una immagine continua.
Il tipo di immagine (discreta o continua) è vincolata dal tipo di processo e dipende, ad oggi, essenzialmente dalle caratteristiche del software utilizzato, ed in parte minore dall'hardware impiegato. Le immagini di tipo continuo infatti necessitano di notevole quantità di memoria per essere processate e rappresentate.

In un ambito tecnologico quale quello odierno, il costo di dieci chili di pane, consumo medio procapite mensile in un paese ricco, è circa uguale al costo di una ROM di 64000 bytes, che permette di memorizzare per un intero mese più di una pagina al giorno, dando la possibilità di interrogare l'archivio formato in tempo reale con accesso casuale di alcuni nanosecondi alle informazioni contenute.
Considerando poi che 54000, attuale potenzialità di immagini stivate su di un videodisco in commercio, è il numero di pagine di una ampia enciclopedia, e che esso rappresenta un numero di immagini che difficilmente osserva nei primi anni di lavoro uno storico dell'arte, si può prevedere che in futuro esisterà sempre una maggiore utilizzazione dell'immagine nell'informatica e della elettronica per il processo di immagine.
Le spese procapite per l'elettronica sono oggi in USA di circa 500 $ procapite l'anno; in Europa sembrano attestate intorno ai 270 $ considerando anche gli altri paesi meno sviluppati la media risulta di circa 90 $ annui di spesa elettronica per ciascun abitante della terra. Attendibili valutazioni forniscono per il 1991 un valore medio superiore al doppio di quello attuale.
Dato che i produttori di componenti elettronici faranno di tutto per rendere indispensabile l'uso di memorie, microprocessori, etc. è possibile immaginare uno scenario tra dieci anni nel quale:

* ogni attività umana sia in qualche modo legata o servita da componenti elettronici;

* ogni decisione sia presa usando tecniche di calcolo automatico;

* ogni comunicazione di informazione avvenga in maniera interattiva e tramite visione;

* ogni utente abbia un grande numero di possibilità di utilizzare reti di telecomunicazione;

* il comportamento della persona nei confronti dei sistemi informativi risulti sempre piu naturale, traendone un utile sempre maggiore;

* sempre un maggior numero di funzioni, oggi eseguite via software siano trasferite in hardware;

* siano minimizzati i codici di interazione tra persona e macchina.

Attrezzature di input

3.1 - Il Digitizer (che cosa è - come è fatto - come funziona - a che serve).
3.2 - Il Joystick (che cosa è - come è fatto - come funziona - a che serve).
3.3 - La penna luminosa (che cosa è - come è fatta - come funziona - a che serve).
3.4 - Il Display sensibile al tatto (che cosa è - come è fatto - come funziona - a che serve).
3.5 - Attrezzature di input: altre.
3.6 - Attrezzature di input: conclusioni.

Premessa metodologica

Dato che la computer grafica processa informazioni e permette di ottenere immagini, è facile intendere quale importanza possano avere le attrezzature di input: quelle attrezzature che permettono di fornire dati ed informazioni al computer.
Esistono varie attrezzature di input, alcune più note altre meno, solo perchè costruite per scopi particolari e dotate di caratteristiche tali da soddisfare esigenze peculiari di applicazioni finalizzate alla soluzione di problemi specifici.
Mi è sembrato corretto alfine di non far disperdere il lettore in descrizioni che non rivestissero la caratteristica di essere generali, raggruppare le periferiche di input in alcuni gruppi: essi soddisfano alcuni condizioni essenziali:

— quella di essere utilizzate espressamente nella computer grafica;
— quella di essere usate anche nella computer grafica ma in generale nella informatica;
— quella di essere sufficientemente generali da rappresentare una categoria;
— quella di potere essere trovate più o meno facilmente in commercio, (condizione questa che assicura insieme alla diffusione anche la manegevolezza delle apparecchiature).

Ciascun gruppo di attrezzature è individuato dal nome della periferica che più lo caratterizza, al fine di rendere più semplice la lettura e la consultazione.
Esiste il problema che alcune periferiche di input possono essere utilizzate anche per output: tale problema è stato affrontato dando indicazioni precise nell'ambito del testo e rimandando l'attrezzatura a quella periferica che più la caratterizza.
Con lo scopo di fornire al lettore le caratteristiche più esaurienti di ciascuna periferica, per ciascuno dei sottocapitoli si sono creati paragrafi di risposta alle seguenti domande:

- *che cosa è?*
- *come è fatto?* (in questo paragrafo si sono elencati i vari tipi disponibili dell'attrezzatura)
- *come funziona?* (si sono fornite le caratteristiche principali di funzionamento del tipo e/o dei tipi più generali di attrezzatura)
- *a che serve?* (si sono indicati gli usi più generali e comuni della attrezzatura in questione).

3.1 Attrezzature di input - il digitizer

Digitalizzatore, tavoletta digitalizzatrice tavoletta di input, ed altre sono tutte espressioni usate nella lingua italiana per tradurre la parola della lingua inglese "*digitizer*". Lunga sarebbe la disquisizione sul termine migliore da utilizzare, è comodo ed oramai comune usare il termine della lingua inglese "digitizer" (pronuncia: dijàtìz'), ovvero in alternativa quello intaliano di digitalizzatore.

Che cosa è

Il digitizer è una attrezzatura in grado di tradurre la posizione di un puntatore, manovrato dalla mano, in dati digitali di input. Come la tastiera è utilizzata per immettere nel computer dati alfanumerici così il digitizer è generalmente utilizzato per immettere dati desunti da una sorgente grafica (disegno, foto, stampa, modello, etc.) (Nota 12).

Come è fatto

Un digitizer è composto generalmente dalle seguenti parti hardware:

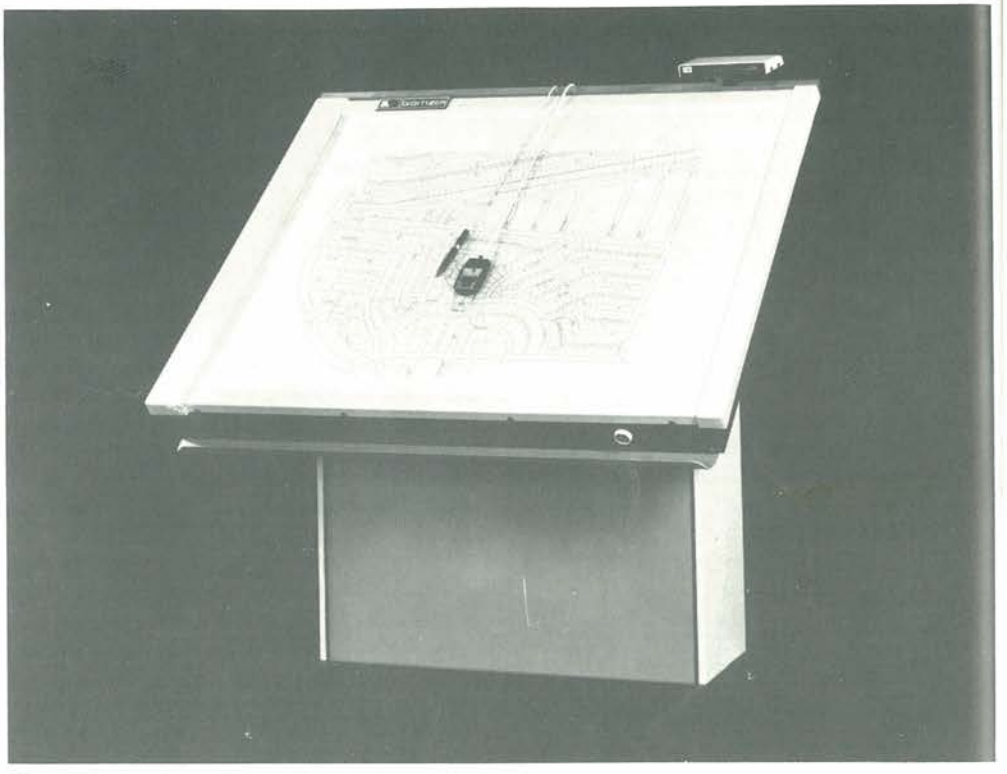
- lo spazio di lavoro (esso è generalmente un piano);
- lo stilo, puntatore o trasduttore;
- la parte di rilevamento della posizione dello stilo;
- la parte di hardware interna o esterna al digitizer a monte della interfaccia di collegamento;
- la interfaccia con il computer.

Il piano di lavoro del digitizer, è generalmente un piano in materiale plastico sul quale è possibile adagiare sostegni fisici di segni grafici quali: carte, lucidi, etc..
Ovviamente la consistenza del supporto deve essere funzione della possibilità di interazione tra penna e piano, qualora questa interazione sia parte del sistema di rilevamento della posizione della penna (fig. 81 e 82).

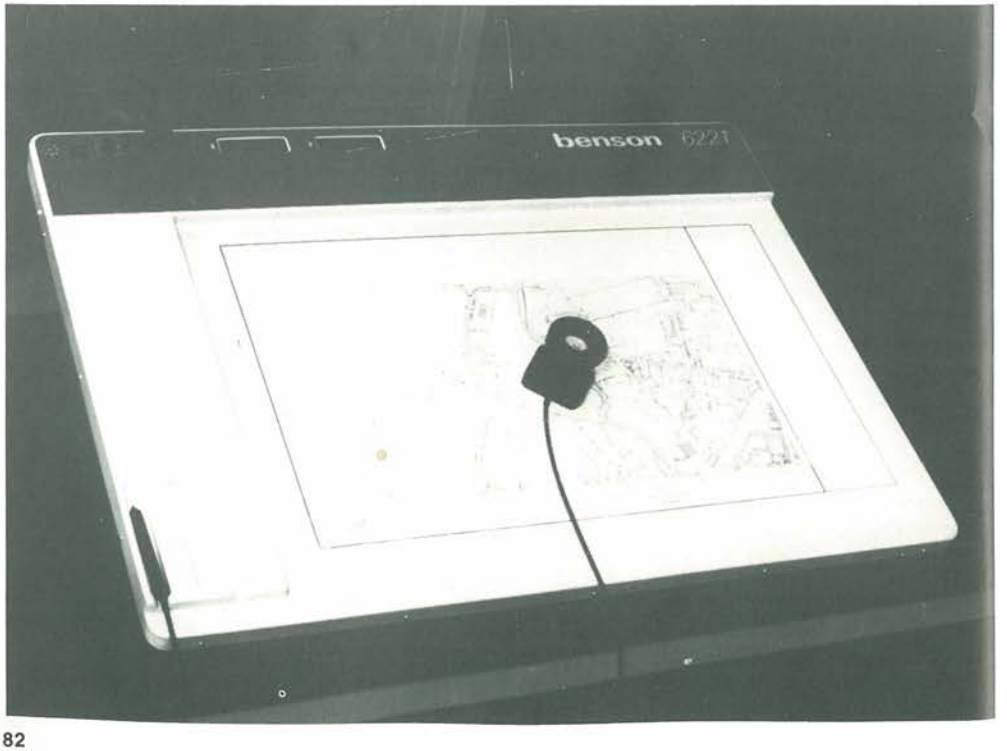
Esistono piani in materiali traslucidi che permettono di lavorare su trasparenti; essi sono particolarmente utili per applicazioni specifiche, quale quella dello studio delle radiografie, fotografie aeree, etc..
Lo stilo, puntatore o trasduttore, è parte integrante del digitizer ed è particolarmente importante poiché è il mezzo con il quale avviene l'interazione tra operatore sistema.
Si chiama generalmente stilo una penna fornita di un interruttore tale che al premere della penna sul piano un circuito viene chiuso. La penna o stilo permette di avere per ogni punto tre tipi di informazioni: due coordinate del punto e la indicazione dell'apertura o chiusura del circuito di invio delle coordinate al computer.
Il puntatore invece è un componente in grado di inviare più di tre informazioni alla volta in quanto è fornito di tastiera, permette quindi di interagire con il sistema in modo vario: esso risulta peraltro molto più preciso dello stilo sia per facilità di puntamento sia per una migliore definizione, può essere fornito infatti di lente di ingrandimento per facilitare l'operatore (figg. 83, 84).
L'uso della penna e/o del puntatore è dettato dalle necessità particolari che l'utente ha; è ovvio che il cursore è più versatile del semplice stilo, in particolare risulta utile qualora l'operatore oltre a normali operazioni di digitalizzazione deve fare operazioni "intelligenti", ad esempio assegnare un valore ad un punto o vuole interagire con il sistema premendo un tasto del puntatore (fig. 85).
A tale proposito è opportuno ricordare che, tramite il cursore, se si ha un digitizer a disposizione si possono eseguire direttamente operazioni quali il calcolo di un'area, di una lunghezza, di un volume, etc..
La digitalizzazione di oggetti tridimensionali è stata usata in laboratori specializzati sin dalla messa a punto dei primi digitizers. Possono essere utilizzati sistemi meccanici per rilevare oggetti tridimensionali. Un puntatore viene manovrato dall'operatore attorno all'oggetto, gli spostamenti vengono rilevati meccanicamente e trasformati in dati di input per il computer (fig. 86).

(Nota 12) Alcuni autori fanno ricadere in questa categoria, digitizer, anche le penne luminose (light pens) ed i joysticks (leva di comando) e gli schermi videografici sensitivi al tatto.
Ho preferito trattare separatamente nei capitoli che seguono le predette attrezzature.

Fig. 81 e Fig. 82 - I Digitizers variano per sistema costruttivo, per dimensione, per la qualità del piano di lavoro e per il tipo di puntatore utilizzato nella rilevazione.
Essi sono comunque, quasi sempre, simili per forma mentre le dimensioni possono variare così da essere usati su di una scrivania oppure richiedere un piedistallo fornito di motori elettrici per posizionare il piano di lavoro che può raggiungere pesi notevoli.
Il costo dei digitizers è generalmente funzione del quadrato delle loro dimensioni, e dipende da caratteristiche intrinseche all'apparecchiatura, come il tipo di piano di lavoro (traslucido o no), il puntatore, la risoluzione, tipo di interfaccia con il computer ospitante etc..
Le figure rappresentano due digitizers di dimensioni diverse, ambedue forniti di penne e puntatore, e di display numerico per mostrare istantaneamente all'operatore la variazione delle coordinate rilevate. Ambedue sono approntati per il rilievo di una mappa topografica, e mostrano come per uguali finalità possono essere utilizzate apparecchiature di diversa dimensione. (La fig. 81 è stata cortesemente fornita dalla Computervision e la fig. 82 dalla Benson-Italia).



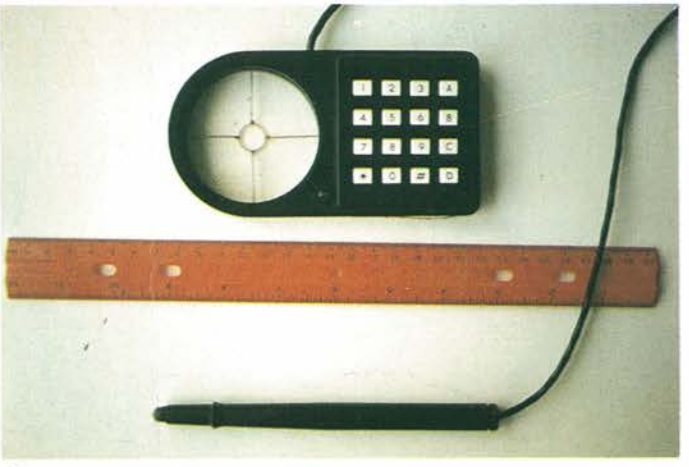
81



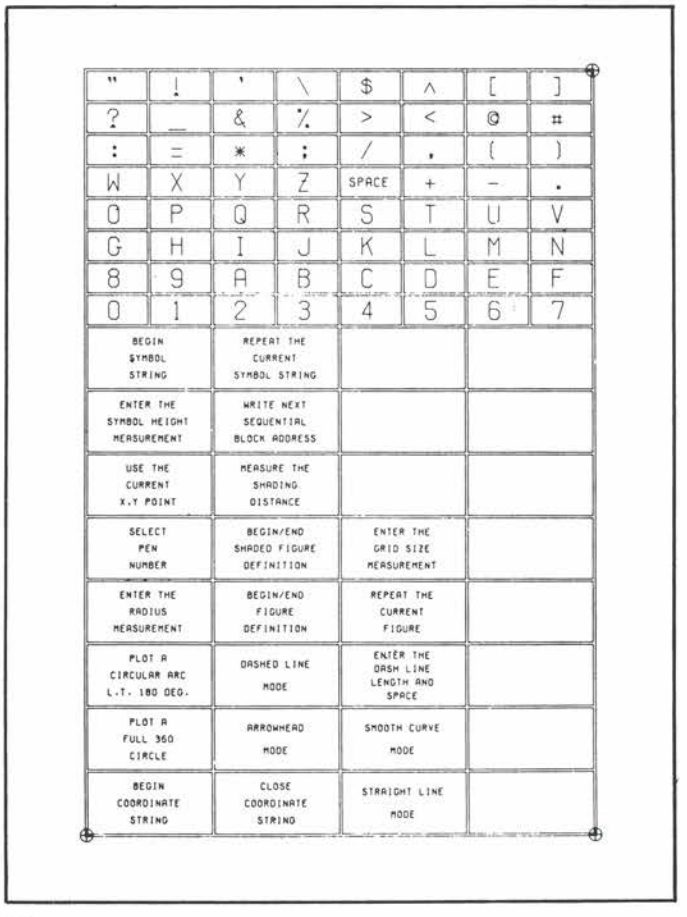
82

Fig. 83 - La foto mostra i due tipi fondamentali di puntatore o trasduttore: a stilo ed a cursore.
In quello a stilo si può vedere l'interruttore alla punta della penna; per quello a puntatore il circuito viene chiuso e la informazione viene inviata al premere di uno qualunque dei tasti presenti su di esso.
Esistono generalmente alcuni problemi nell'usare lo stilo invece del puntatore; l'handicap più grande lo si trova nella difficoltà di rilevare un punto, poichè è complicato vedere il punto una volta posizionata la penna nel suo intorno.
Mediante il puntatore il posizionamento sul punto da rilevare risulta essere più agevole e preciso.
Esiste poi la comodità di potere inviare al computer più informazioni, oltre alla posizione della penna, mediante la piccola tastiera sul cursore.
È possibile operare sia con la penna che con il cursore mediante menù, cioè aree del tavolo digitalizzatore riservate alla possibilità di fare eseguire operazioni al computer al solo posizionare la penna o il puntatore nella parte di area prescelta.

Fig. 84 - La figura rappresenta un tipo di menù, abbastanza generale, che può essere creato su di un digitizer.
La comodità di disporre di un menù di tale genere è che non occorre di volta in volta approntare un software che esegua le operazioni che nel menù stesso vengono contemplate.
È necessario invece, di volta in volta, posare il puntatore su una delle caselle ed il digitizer si configura per accettare i comandi o fare eseguire le operazioni selezionate. Da qui la parola menù, quasi che puntando il dito su di una lista di un ristorante sulla quale appaiono le foto dei piatti dicessimo: "voglio questo o quello".
Per introdurre un cerchio e quindi farlo disegnare sullo schermo, basterà allora immettere le coordinate del centro ed il raggio dello stesso e così via per altre figure.
Non esiste ovviamente un menù che vada bene per tutte le applicazioni di computer grafica, anzi il fatto di disporre di un menù personalizzato è una caratteristica propria di un sistema preparato ad hoc. (Cortesia della CALCOMP - California Computer Products-USA).



83



84

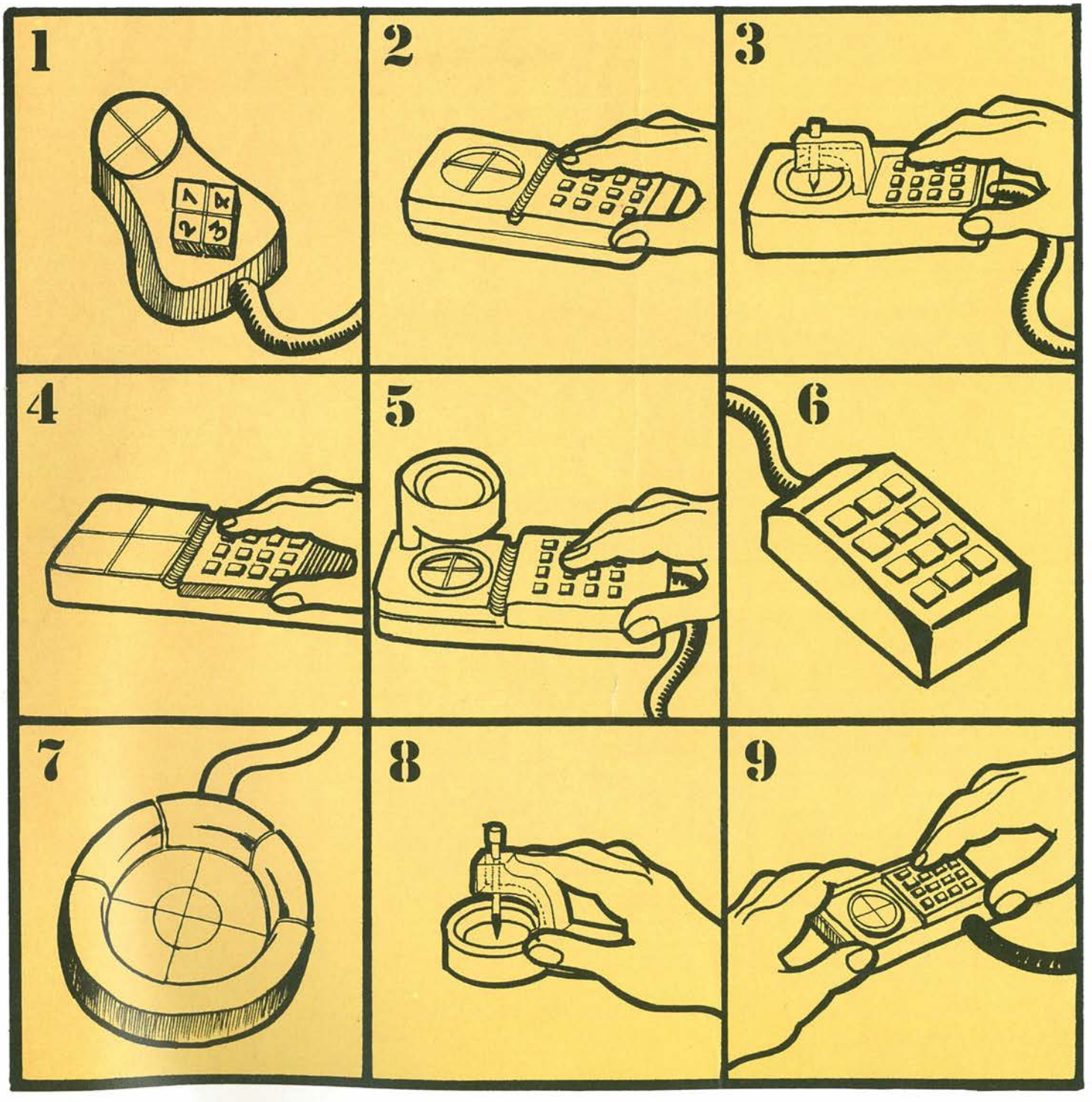
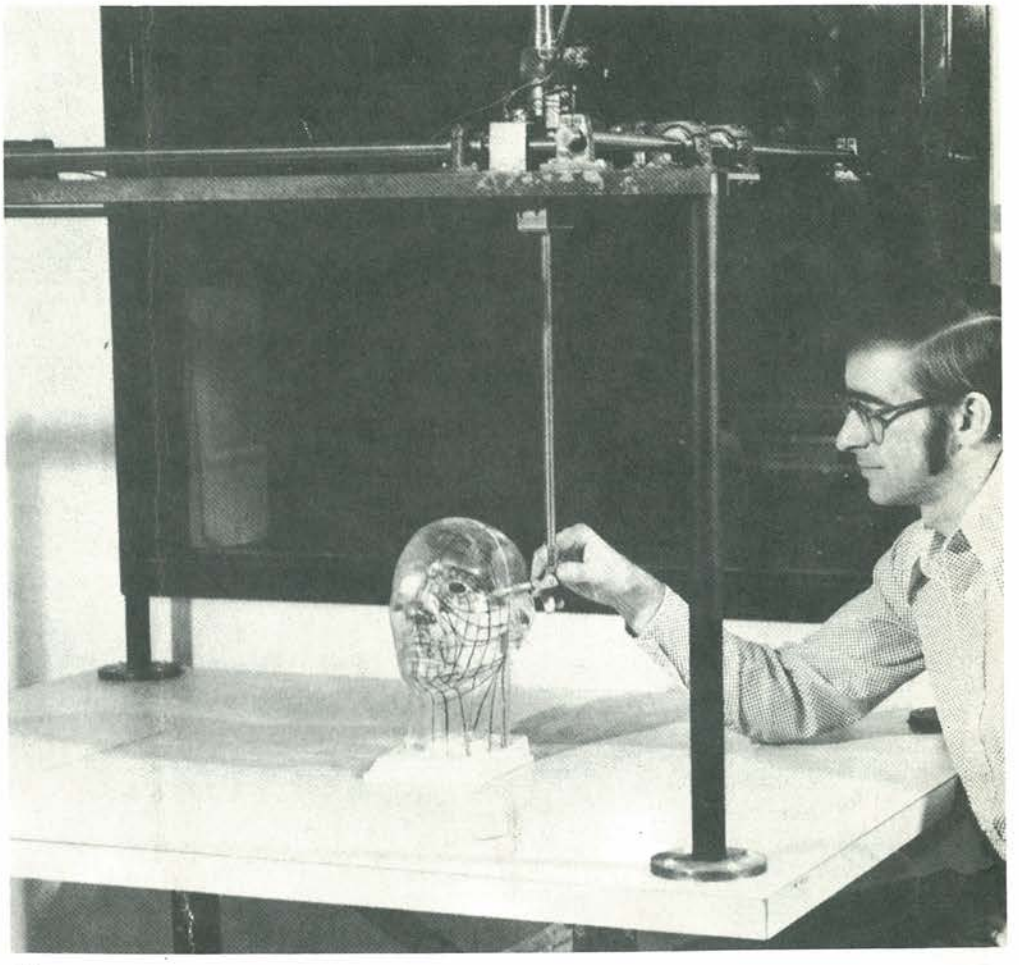

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Fig. 85 - Esistono vari tipi di puntatori realizzati per scopi specifici e con caratteristiche particolari. La figura ne rappresenta i più comuni.

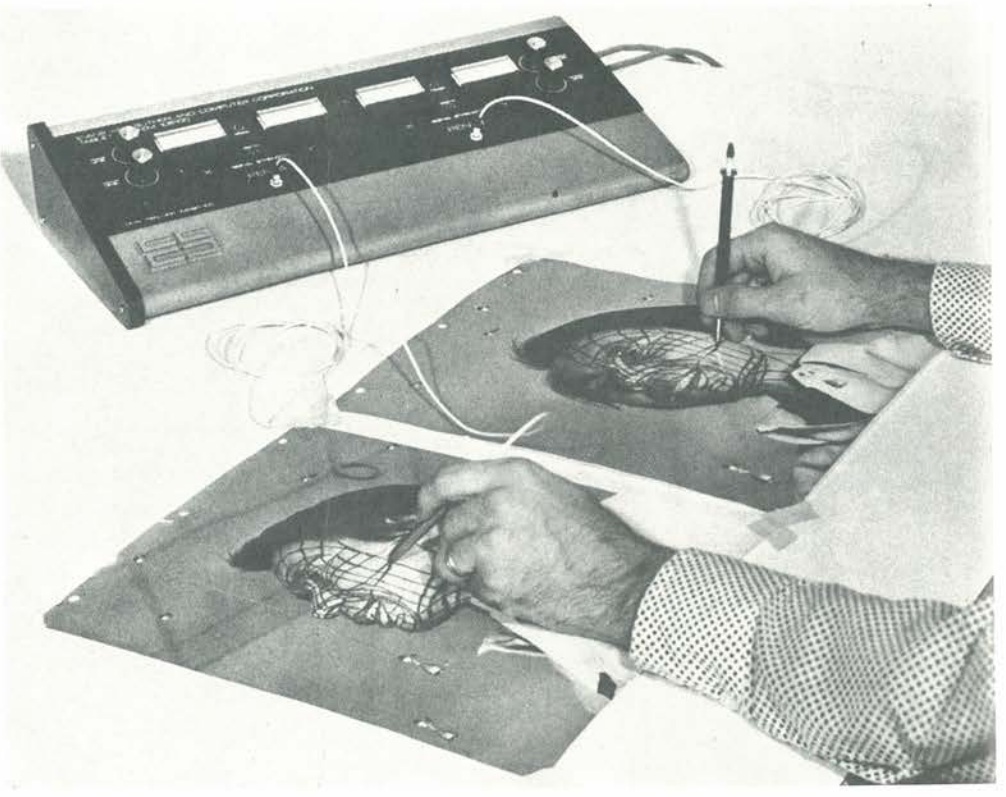
1) *puntatore con griglia di riferimento e con quattro tasti per input. Questo tipo di cursore insieme a quello a stilo viene generalmente usato sulle tavolette digitalizzatrici di piccole dimensioni, da tavolo.*
2) *puntatore a cursore con sedici tasti di input e griglia di riferimento (cfr. Fig. 83).*
3) *puntatore a cursore con sedici tasti di input fornito di matita o penna per disegnare il percorso di digitalizzazione. Utile in applicazioni cartografiche, medicali, etc..*
4) *puntatore a cursore con sedici tasti di input da usare su piani traslucidi. L'immagine viene proiettata sul cursore dove trova posto anche la griglia di riferimento.*
5) *puntatore a cursore con lente di ingrandimento a fuoco variabile: utile in applicazioni nelle quali viene richiesta un'alta precisione.*
6) *tastiera a sedici tasti senza puntatore. Può essere utilizzata quando viene usato un puntatore a stilo.*
7) *puntatore a cursore con griglia di riferimento dotato di illuminazione propria per un esame migliore dei dettagli da digitalizzare. È dotato di due grandi tasti: uno per la digitalizzazione, l'altro per creare una depressione che mantiene il cursore sul piano di lavoro anche in posizione inclinata.*
8) *cursore fornito di penna che traccia sul piano di lavoro la posizione del punto digitalizzato; la penna è intercambiabile.*
9) *cursore con griglia di riferimento a sedici tasti di input con la possibilità di digitalizzare gli angoli.*

Fig. 86 - Digitizer tridimensionale che usa un sistema meccanico per il rilevamento delle coordinate dei punti dell'oggetto.
Questo tipo di digitizer è stato messo a punto nei laboratori della University Of Utah, Salt Lake City.



86

Completamente diverso dal precedente è il sistema di digitalizzazione di oggetti tridimensionali messo a punto dalla Evans and Sutherland Computer Corporation. Si sfrutta una normale tavoletta digitalizzatrice fornita di due puntatori a stilo con i quali si digitalizzano due rappresentazioni dello stesso oggetto riprese da due punti di vista diversi. Le coppie di coordinate planari vengono poi trasformate automaticamente nelle coordinate x, y, z, (fig. 87).
In un particolare tipo di digitizers, ricadono quelli così detti a scansione (image scan digitizers). Essi differiscono da quelli sinora esaminati perchè durante la digitalizzazione non sono manovrati dall'operatore ma la scansione della immagine o della fotografia viene fatta automaticamente dalla macchina (fig. 88).
Si tratta, parlando semplicemente, di un occhio di telecamera che scandisce, cioè esamina punto per punto, un'immagine, una fotografia, etc., e trasforma le informazioni analogiche in essa contenute in informazioni digitali che possono essere processate da computers.
La scansione avviene generalmente mediante pixels e per ciascun pixel il digitizer è in grado di indirizzare il punto mediante le sue coordinate x ed y e di fornire per ogni punto il valore della tonalità di grigio rilevata nel punto stesso.
I livelli di grigio rilevati sono funzione delle caratteristiche della macchina impiegata e generalmente sono 64 o 256 livelli di grigio.
Di particolare importanza in queste apparecchiature è la risoluzione, essa gioca un ruolo più essenziale che nei semplici digitizer a cursore manuale precedentemente esaminati.
Con i digitizer a scansione si digitalizzano generalmente fotografie ed immagini di elevato dettaglio; è quindi facile che il processo di digitalizzazione, qualora la risoluzione sia insufficiente, impoverisca l'immagine di partenza.
Questo tipo di digitizers usa una superficie piana o un supporto a tamburo sulla quale viene adagiata l'immagine da digitalizzare.
Queste attrezzature vengono usate specialmente nella disciplina individuata dal termine image processing (processo di immagine) (vedi cap. 1°), esse sono finalizzate alla digitalizzazione della intera immagine



87

Fig. 87 - Metodo di digitalizzazione tridimensionale da due immagini dello stesso oggetto riprese da angolazioni diverse. Due puntatori rilevano contemporaneamente punti dalle due immagini disposte sulla tavoletta, è poi compito del digitizer stesso trasformare le quattro coordinate in coordinate tridimensionali per ogni singolo punto.
Questo tipo di digitizer è stato messo a punto nei laboratori della Evans Sutherland Computer Corp.

Fig. 88 - La figura rappresenta un sistema a telecamera fissa che digitalizza immagini da diverse sorgenti, quali fotografie diapositive, o può direttamente essere collegato a microscopi, telescopi ed altri strumenti in grado di fornire outputs di carattere analogico.
Risoluzione di 640 x 480 pixels; tempo di digitalizzazione della immagine 2,5 secondi; livelli di grigio rilevabili 256.
L'apparecchiatura pur dotata di interfaccia per l'invio dei dati digitalizzati ad un computer, è comunque in grado di eseguire direttamente alcune operazioni sull'immagine.

ed hanno generalmente bisogno di una notevole quantità di memoria per conservare i dati digitalizzati; le operazioni di calcolo che si compiono sui dati digitalizzati risultano spesso onerose.
Tipica è l'applicazione di tali attrezzature e della tecnica del processo dell'immagine nell'esame delle foto aeree e delle foto da satellite (vedi cap. 1°).
Esistono anche digitizers a scansione finalizzati ad applicazioni particolari quali la digitalizzazione delle carte geografiche. Qualora, ad esempio, si vogliano digitalizzare le curve di livello è facile intendere quale comodità può derivare dall'utilizzazione di tali apparecchiature che riescono a "vedere" ed a digitalizzare solamente parte del contenuto di una mappa o di una immagine.
Strumenti di tali tipo sono sofisticati, generalmente molto costosi e non hanno eliminato l'intervento dell'uomo per correggerre tutti gi eventuali errori compiuti dalla macchina (fig. 89).

Come funziona

Un digitizer è costituito da una superficie piana, generalmente rettangolare. Il suo uso è fatto a mano libera, seguendo linee, figure, etc. sul foglio adagiato sul piano di lavoro. Il disegno viene seguito con uno stilo o puntatore nella stessa maniera con la quale si disegna con una penna su un pezzo di carta. Se il digitizer è collegato ad un videografico, il disegno sul video, o se è collegato ad un computer, i dati all'interno del calcolatore, vengono ottenuti testando periodicamente la posizione dello stilo e riportando le coordinate al sistema. Ovviamente sono stati trovati vari metodi per eseguire le operazioni di rilievo delle coordinate sul piano di lavoro. Ne citerò i più comuni:

- un campo elettrico è generato sulla superficie di un mezzo semiconduttore cosicchè il potenziale viene rilevato dallo stilo;
- un campo magnetico è generato e preso da una induttanza nello stilo cosicchè la forma dell'onda e la intensità del voltaggio indotto è funzione unica della posizione della penna;
- una scintilla è periodicamente generata dalla punta della penna: la scintilla produce un suono che si disperde in tutte le direzioni e che è ricevuto da alcuni microfoni lineari posizionati su due lati adiacenti al piano di lavoro. Misurando il tempo di propagazione dell'impuso del suono, si ottiene la misurazione della distanza dello stilo dai lati che rilevano il suono e quindi la posizione dello stilo (fig. 90, 91, 92);
- un campo emesso dallo stilo è ricevuto da una griglia posizionata sotto la superficie della tavoletta. La posizione dello stilo è determinata mediante il conto delle maglie della griglia combinata con la fase: comparazione questa che indica la posizione dello stilo.

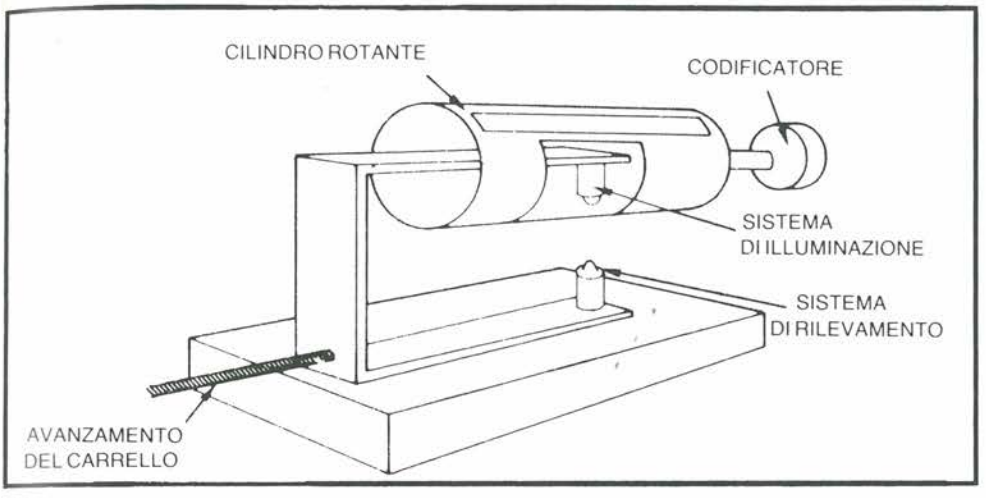
Parlando dei digitizers è opportuno chiarire alcuni termini che vengono utilizzati per la loro descrizione e presentazione e che ne permettono la scelta in funzione dei risultati desiderati.
È opportuno chiarire i termini: risoluzione, ripetibilità, precisione (nota 13).

La *risoluzione* (nei data sheets in lingua inglese "resolution") è il più piccolo intervallo tra due valori adiacenti che possono essere distinti l'uno dall'altro. E cioè il più piccolo incremento del cursore che può essere misurato.
Nel digitizer se si posiziona il cursore in un punto e si tiene d'occhio il display sul quale vengono mostrate le coordinate rilevate, la risoluzione è lo spostamento minimo che occorre fare compiere al cursore perchè sul display vari la cifra meno significativa delle grandezze rilevate.
Nei digitizers la risoluzione viene misurata in linee/cm. (oppure linee/inch.). Esistono digitizers con 200 linee/cm., sino a 2000 linee/cm. Le linee qui menzionate non sono entità concrete, non bisogna quindi confonderle con i conduttori eventualmente esistenti all'interno del piano del digitizer. Le linee per cm. indicano la capacità da parte del digitizer di risolvere il segnale tra due conduttori in valori tra loro distinti.
Una risoluzione di 200 linee per cm. significa che la posizione della penna può essere distinta ogni .005 cm., una risoluzione di 1000 linee per cm. ammette una risoluzione di .001 cm.

Fig. 89 - Uno dei sistemi utilizzati per la digitalizzazione automatica di immagini è costituito come in figura. L'immagine da digitalizzare viene disposta sul cilindro rotante, all'interno di questo trova posto una fonte luminosa che illumina di volta in volta il pixel che si presenta di fronte ad essa, al di sotto della fonte luminosa si trova il sistema di rilevamento della tonalità del pixel illuminato: il carrello con la fonte di illuminazione ed il sistema di rilevamento si muovono secondo l'asse del cilindro girevole, il movimento viene regolato in maniera tale che venga rilevata esattamente la posizione del pixel sull'immagine e ad esso siano collegati i valori rilevati del suo tono o colore. Questo sistema di digitalizzazione fu messo a punto nell'umtima parte degli anni '60 dalla Optronics Int. Inc. e successivamente aggiornato e perfezionato.
Esistono oggi altri sistemi di digitalizzazione di immagini che usano altre e sofisticate tecnologie, essi comunque concernono essenzialmente il processo di immagine.

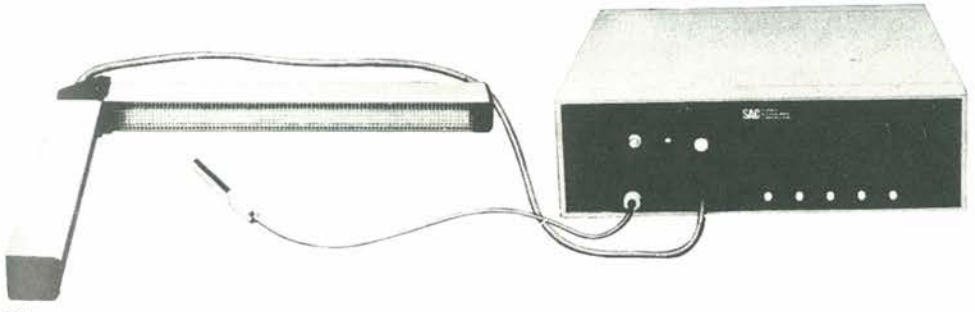
Fig. 90 e Fig. 91 - La figura mostra un digitizer ad ipersuoni ed il suo schema di funzionamento.
Gli impulsi ipersonici generati alla punta dello stilo o del cursore, raggiungono i due microfoni lineari disposti perpendicolarmente tra loro; il tempo impiegato dal suono per raggiungerli viene trasformato nei valori delle due coordinate cartesiane del piano. Il vantaggio di usare uno strumento di tal genere si rileva quando è necessario che la penna non sia in diretto contatto con una superficie piana o una tavoletta fornita di conduttori: il suono infatti si muove liberamente nell'aria e raggiunge comunque i microfoni. I microfoni possono essere disposti in ogni maniera e secondo qualunque inclinazione. (Immagini cortesemente fornite dalla Science Accessories Corporation - USA).

(Nota 13) Tali termini sono dedotti dalla trattazione nella meccanica delle macchine a controllo numerico e sono gli stessi utilizzati per i plotters (vedi cap. 4°).

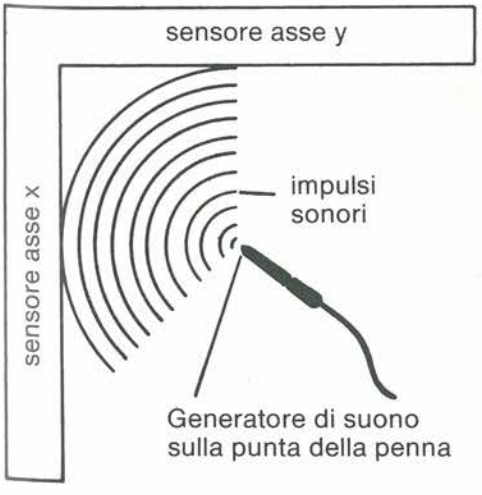


89

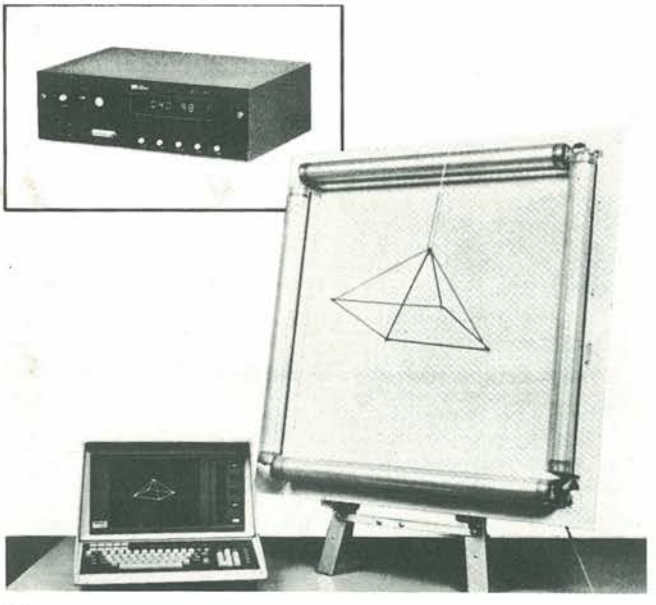
Fig. 92 - Il digitizer sonico viene utilizzato anche come digitizer tridimensionale, cioè per rilevare le tre coordinate cartesiane (x, y e z). È possibile quindi digitalizzare in un parallelepipedo di dimensioni variabili in accordo con le dimensioni dei microfoni e con un valore massimo per l'asse z (ortogonale al piano dove i microfoni vengono adagiati) di circa un metro e cinquanta.
Questo tipo di digitizer tridimensionale basato sul principio esposto in fig. 91 trova utili applicazioni nel campo medico, nello studio di movimenti e moti, negli studi per la riabilitazione di arti, nelle misure ortodontiche ed in genere nella progettazione tramite disegno. Interfacciato con un video grafico permette peraltro di rilevare immagini tridimensionali in movimento. (Immagini cortesemente fornita dalla Science Accessories Corporation - USA).



90



91



92

La precisione è definibile come la tolleranza con la quale viene misurata una determinata distanza. Non è una grandezza semplice, più grandezze infatti concorrono a definirla: la ripetibilità, la temperatura,la umidità, la pressione atmosferica, il campo elettrico presente, etc.

La precisione viene espressa in termini di errore assoluto o di errore relativo (nota 13).

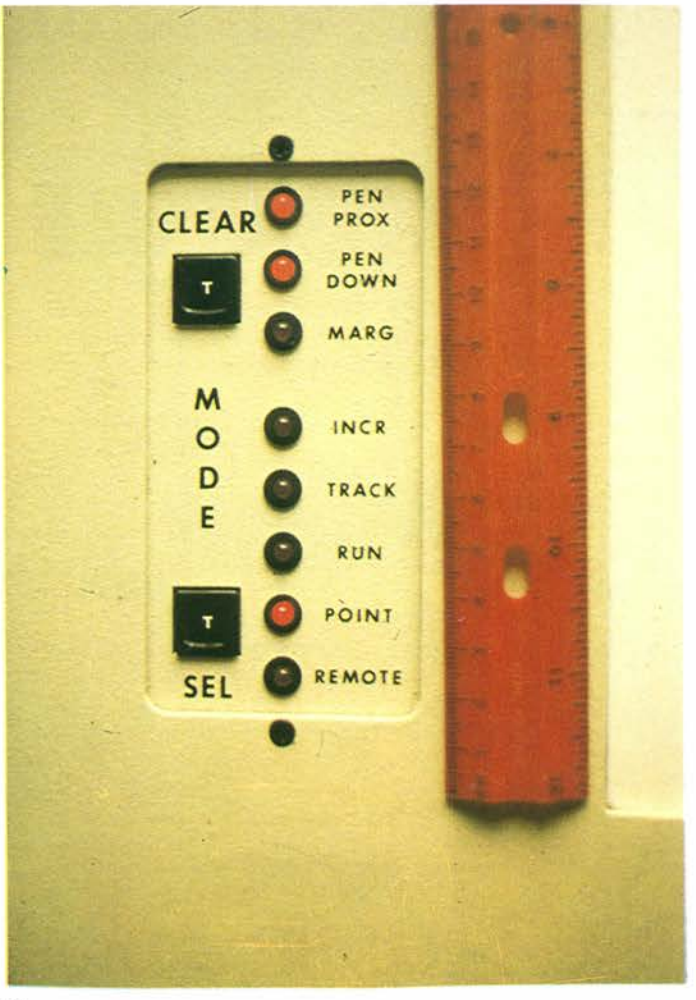
La ripetibilità è la tolleranza con la quale tramite il digitizer è possibile misurare la stessa distanza partendo da diverse posizioni.
Gli errori di ripetibilità possono essere dovuti o a componenti esterne casuali, quali campi elettrici, etc. od agenti esterni definiti quali la variazione di temperatura, di umidità, etc.

Occorre non confondere tra loro la risoluzione e la precisione.
Potrebbe accadere che la precisione sia migliore della risoluzione, oppure che la precisione sia inferiore al valore della risoluzione consentita.
Il secondo caso è certamente da evitare in quanto si capisce la inutilità di disporre di una apparecchiatura dove il valore della precisione teorica non può mai essere raggiunto perché manca la risoluzione che lo consente.
La precisione quindi non può mai essere minore della risoluzione.
In alcuni digitizers si può selezionare il modo operativo mediante una ulteriore tastiera posizionata sul piano di lavoro vicino all'operatore. Su di essa possono anche apparire avvertimenti per l'operatore per quanto concerne lo stato del puntatore; nella fig. 93 ad esempio, la spia "marg" si accende se il puntatore è al di fuori dell'area di lavoro.

A che serve

Le utilizzazioni del digitizer si deducono dalla sua stessa definizione. Conviene utilizzarlo in tutte quelle applicazioni nelle quali occorre comunicare al computer come è fatto un disegno, un oggetto, in genere un'immagine.
È uno strumento indispensabile per la computer grafica anche solo per effettuare tra-

Fig. 93 - Su digitizers evoluti sono generalmente disponibili più "modes" operativi. Cerchiamo di esaminare quelli mostrati in figura.
Il più elementare è il "Point Mode": ogni volta che la penna viene premuta sul tavolo (o si preme un pulsante del cursore) si effettua la digitalizzazione del punto centrato. Questa è la tipica rilevazione per punti.
Il secondo è il "Run Mode" in cui la digitalizzazione è continua ed inizia non appena il trasduttore raggiunge la zona in prossimità del tavolo. La cadenza di rilevazione è fornita automaticamente da un apposito circuito e può essere variata a piacere.
Abbiamo poi il "Track Mode", assai simile al precedente. Anche qui si ottiene una digitalizzazione continua che si effettua, però, solo quando il microinterruttore è attivato. Anche qui la cadenza è fornita elettronicamente.
L'"Increment Mode" invece effettua la digitalizzazione continua solo quando il trasduttore è in movimento. Infine nel "Remote Mode" la rilevazione è continua ma viene attivata non più dal microswitch ma da una sorgente esterna (generalmente un impulso di richiesta dati proveniente dall'elaboratore).



93

mite calcolatore misurazioni da grafici ed oggetti. Sono oramai banali le applicazioni dei digitizers nel calcolo di aree, lunghezze, angoli, etc., in urbanistica, topografia, navigazione, etc..

Qualora il piano di lavoro del digitizer sia traslucido con fonte di luce posizionata sul suo retro, oltre ad aumentare la qualità del lavoro è possibile ricavare inputs da più disegni sovrapposti da foto aeree, da radiografie, etc..

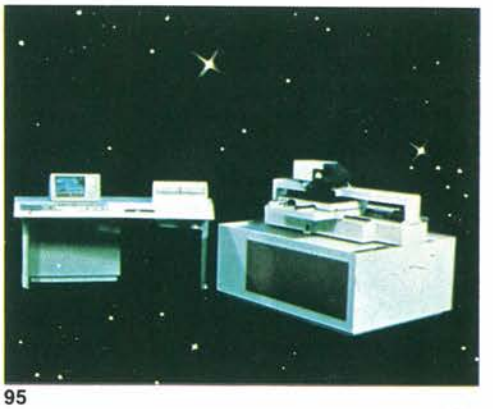
Disponendo di un digitizer è naturale possedere un "menù" finalizzato all'utente. Il digitizer diventa in tal modo una periferica in grado di assicurare un'interattività tra uomo e macchina. In qualità di periferica per la interattività esso viene usato soprattutto nei sistemi CAD e CAM. L'operatore in tal caso opera tramite uno o più menù prestando attenzione al disegno che si va creando sul video grafico ed usando la tavoletta come riferimento, per scegliere primitive e per comandare il sistema.

Il digitizer più delle altre periferiche di input, ha assunto un'importanza basilare nella progettazione elettrica ed elettronica. Specialmente in quest'ultima, i sistemi chiavi in mano, ne fanno un uso largo non solo come tavoletta per scelta di menù o per eseguire funzioni precedentemente stabilite ma anche e soprattutto per digitalizzare disegni di circuiti elettronici.

In queste operazioni è richiesta una precisione molto elevata; è importante la posizione e il movimento compiuto dall'operatore e la possibilità rapida di controllo che esso ha su quanto digitalizzato. Vengono usati in questo caso digitizers che si differenziano dagli altri per il tipo di cursore, quale quello mostrato in fig. 94; esso permette all'operatore di avere informazioni direttamente su un piccolo schermo nei pressi del puntatore di digitalizzazione e della mano con la quale si sta compiendo l'operazione. Non è necessario distogliere lo sguardo dal disegno che si sta digitizzando ed è possibile interagire con la macchina direttamente mediante la tastiera del puntatore stesso (fig. 95).

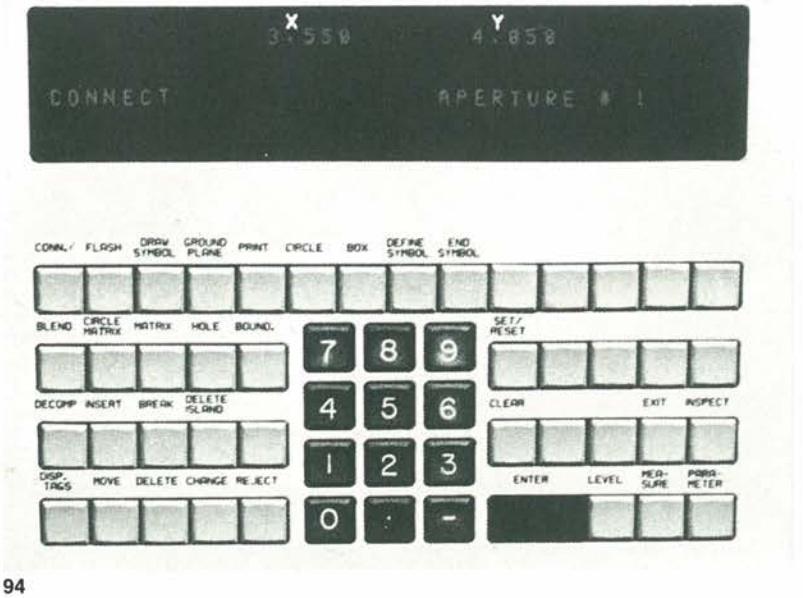
Esistono digitizers che non richiedono l'uso di puntatori ad hoc, cioè connessi mediante cavo con l'apparecchiatura, permettendo, invece l'uso di qualunque puntatore,

Fig. 94 - L'immagine mostra la tastiera del cursore del digitizer impiegato nel sistema PC800 della Gerber.
Un compatto display nelle immediate vicinanze del puntatore per digitalizzazione permette all'operatore di leggere immediatamente le coordinate digitalizzate ed avere accesso ad altre informazioni alfanumeriche contenute in tre righe di display.
I pulsanti (tasti) contenuti sulla tastiera permettono poi di richiamare funzioni ed eseguire operazioni direttamente senza dovere ricorrere alla tastiera del terminale. (L'immagine è stata cortesemente fornita da The Gerber Scientific Instrument Company).



95

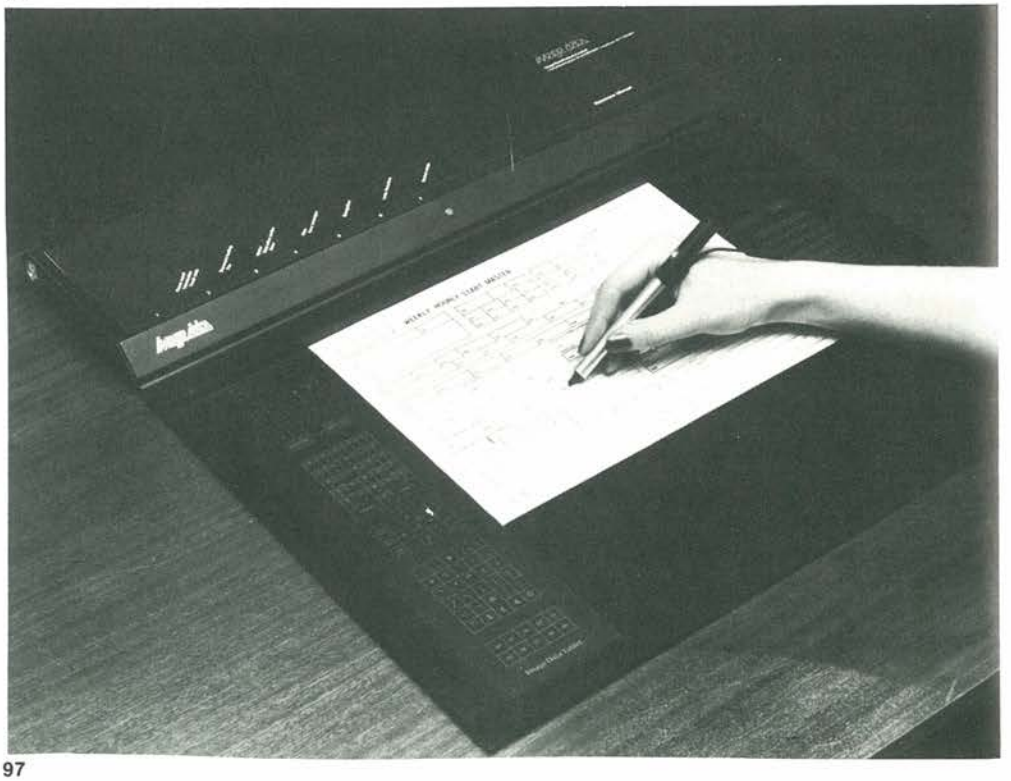
Fig. 95 - Immagine del tavolo digitalizzatore del sistema "chiavi in mano" PC800 della Gerber. Per assicurare caratteristiche di stabilità e maneggevolezza al cursore per digitalizzazione, il tavolo digitalizzatore è stato configurato come un tavolo da disegno fornito di tecnigrafo sul quale trova posto il cursore per digitalizzazione, la tastiera ed il compatto display. (L'immagine è stata cortesemente fornita da The Gerber Scientific Instrument Company).



94

generalmente penna a sfera o dito della mano.
Essi sono utilizzati in particolari campi di applicazione dove la presenza del cavo di connessione tra puntatore ed apparecchiatura rallenterebbe le operazioni di digitalizzazione e/o le renderebbe più difficoltose: tipico è l'esempio delle applicazioni medicali dove viene richiesta tempestività e libertà di movimenti (fig. 96).
Alcune tavolette digitalizzatrici da tavolo, vengono utilizzate come accessori per ufficio per una loro duplice caratteristica: quella di non essere apparecchiature complicate da manovrare e di permettere una semplice immissione dei dati (figg. 97-98).

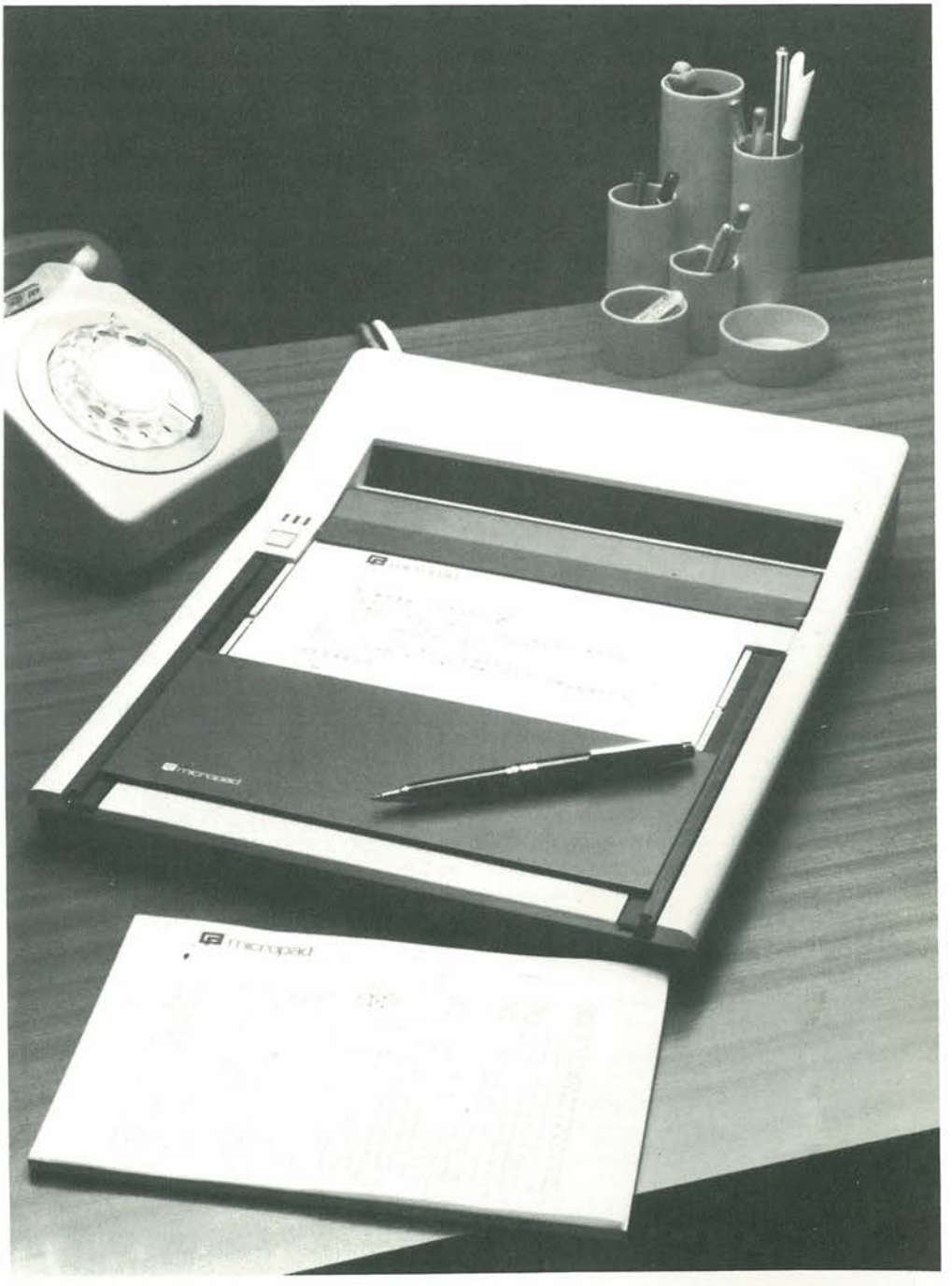
96



97

Fig. 96 - La figura mostra un digitizer in grado di rilevare la funzione di un puntatore qualunque, penna, matita, o eventualmente dito della mano su piano di lavoro. (Immagine cortesemente fornita dalla Eliographics Inc. - USA).

Fig. 97 e Fig. 98 - Nel 1980 sono stati immessi sul mercato alcuni particolari digitizers prettamente finalizzati all'uso d'ufficio ed in generale come accessorio della scrivania.
Le figure mostrano due di queste apparecchiature. Quella di fig. 97 è in realtà una tavoletta di input in grado di decodificare i caratteri scritti a mano, a stampatello ed in un opportuno formato. Funziona come un terminale con riconoscimento della scrittura, ed è in grado di eseguire diverse funzioni. Oltre al riconoscimento della scrittura a mano, accetta coordinate di punti sul piano, funzionando realmente come un digitizer ed è fornita di una tastiera e di calcolatrice (fasce laterali simmetriche per agevolare i mancini) permettendo di inviare comandi ad un computer ospitante. Varie sono le applicazioni di strumenti di tal genere dalla scrittura di telex al riempimento di registri, fatture, etc., alla grafica vera e propria come controllo di disegni già effettuati o introduzione di dati direttamente su mappe e layout.
Non è casuale che il design di tale apparecchiatura sia simile a quello degli accessori che generalmente si trovano sulle scrivanie di lavoro; essi aprono lo sviluppo di spazi lavorativi nei quali le sorgenti informatiche (di input ed output) sono completamente distribuite e non legate a forme particolari e particolari sistemi di output e di input. (Immagini cortesemente fornite dalla Micropad Limited e Image Data Products Limited - Great Britain).



98

3.2
Attrezzature di input - il Joystick

Il joystick (nota 14) è una leva simile a la cloche degli aeroplani.
L'operatore può muovere la leva avanti e indietro, a destra e sinistra ed in ogni direzione nell'intero arco di 360°.
Il joystick trasforma ogni spostamento in coordinate digitali del puntatore che esso guida.

Che cosa è

È una attrezzatura di input in grado di tradurre la posizione di una leva in segnali digitali da inviare via interfaccia al computer.

Come è fatto

Non esistono molti tipi di joystick; sono basati quasi tutti sulla stessa tecnologia ed è possibile classificarli in funzione di come riescono a guidare il puntatore da essi comandato.
Esistono joysticks monodirezionali: essi permettono di indirizzare il puntatore solo in una direzione muovendo la leva avanti ed indietro o girando una manopola (fig. 99).
I joysticks a due direzioni sono quelli più comuni da trovare sul mercato essi permettono di posizionare il puntatore sul piano xy in ogni punto del piano stesso. Muovendo la piccola leva a destra e a sinistra si fa muovere il puntatore lungo l'asse delle x muovendola avanti ed indetro lo si fa muovere secondo l'asse delle y. Il movimento in ogni direzione provoca il posizionamento del puntatore secondo la combinazione degli spostamenti x ed y del joystick. Questo tipo di apparecchiatura, generalmente viene fornita insieme a periferiche, quali terminali video con tastiera o plotters. (figg. 100, 101).
Esiste un tipo di joystick tridimensionale (v. fig. 99), nel quale la rotazione della parte terminale della leva guida il puntatore secondo la direzione z, gli altri movimenti secondo gli assi x ed y.

Un joystick bidimensionale di particolare manovrabilità è la track ball (nota 15): nato per scopi militari, per la enorme maneggevolezza, sensibilità e rapidità di puntamento, è stato dapprima usato nelle postazioni radar e viene oggi usato con particolare fortuna in molti sistemi videografici ed in giochi elettronici (video games).
La sfera è ritenuta all'interno della scatola da un anello che ne impesisce l'uscita (vedi fig. 99). Essa può essere fatta ruotare indifferentemente dal palmo della mano, per posizionamento rapido e di massima, e dalle dita per posizionamento di precisione.
Le rotazioni della sfera sono convertite in spostamenti secondo gli assi x ed y del puntatore.
La track ball è certamente il sistema di puntamento più rapido e conveniente, esso non solo non richiede all'operatore di guardare la periferica di input ma favorisce la naturalezza dell'operatore (sfiorare una sfera con la mano).

Come funziona

Il funzionamento del joystick è molto semplice ed il suo costo è generalmente limitato, alcune riviste specializzate hanno più volte presentato progetti da realizzare a casa con kit di montaggio.
Il posizionamento del puntatore sul videografico, avviene contando gli impulsi ricevuti dal joystick. La posizione del joystick viene rilevata dal computer un certo numero di volta al secondo (30 o 60) e di conseguenza viene posizionato il puntatore: questo processo fornisce la sensazione all'utilizzatore di operare in tempo reale.
Le qualità del joystick risiedono nella dimensione dello spostamento minimo sentito: tanto più esso è piccolo tanto più l'appa-

Fig. 99 - La figura mostra i più comuni tipi di joysticks. **1** *è il tipo chiamato PADDLE è fornito generalmente insieme ai video giochi ed ad alcuni tra i più popolari personal computers; permette di manovrare il puntatore secondo una sola direzione operando sulla manopola di cui è fornita. Vengono generalmente forniti in coppia, permettendo in tal modo di muovere il puntatore nello schermo, operando su tutte due le manopole.*
Il tipo **2** *è un sofisticato joystick ad una direzione, esso trasforma semplicemente in spostamenti del puntatore gli spostamenti della manopola.*
A volte è desiderata una notevole accuratezza e sensibilità dell'apparecchiatura, è necessario allora come in questo caso, renderla sofisticata.
Il tipo **C** *è bidirezionale, cioè permette di posizionare il puntatore ovunque sul piano di lavoro, (schermo o altro) tramite la combinazione degli spostamenti della leva.*
4 *è un joystick tridimensionale. Il controllo secondo due degli assi avviene come nel tipo* **3**, *mentre la terza direzione si può regolare ruotando la manopola posizionata alla sommità della leva di comando.*
La track-ball è rappresentata dall'immagine **5**: *questo tipo di joystick appare compatto e facilmente manovrabile con differenti tipi di approssimazioni. Queste ed altre caratteristiche ne hanno decretato una notevole fortuna nei sistemi interattivi.*
"Topolino", MOUSE, viene chimato il joystick del tipo **6**. *Si presenta come una piccola scatola fornita nella parte inferiore di due rotelle ortogonali tra loro; viene fatto muovere sul piano dall'operatore e gli spostamenti attraverso le due rotelline vengono convertiti in spostamenti del puntatore.*

Fig. 100 - La figura rappresenta un particolare tipo di joystick montato sui terminali videografici della Tektronix. Si tratta di due rotelle che guidano il puntatore degli spostamenti secondo gli assi x ed y. L'apparecchiatura non è in realtà da considerare una periferica di input a sè, ma una ulteriore comodità della tastiera sulla quale è posizionata. Il terminale Tektronix nel quale è montata questa apparecchiatura è un video grafico a vettori (ved. cap. 4°): le due rotelle fanno muovere sul video l'asse della x e l'asse della y individuando il punto di intersezione degli assi come la posizione all'istante del puntatore. Non è possibile infatti su questo tipo di monitor utilizzare la tecnica della scansione dell'immagine per controllare gli spostamenti del puntatore.

(Nota 14) Joystick (joy-stik), letteralmente la traduzione del termine è "leva di comando" generalmente per aeroplano. Esso viene di fatto usato nel pilotare alcuni aeroplani invece della cloche. La traduzione letterale del termine è però più divertente: esso è formato da "joy" gioia, gaiezza e dalla parola "stick" bastone, leva. Tradotto letteralmente dà molto più la impressione della manegevolezza dell'apparecchiatura, della semplicità di uso e della sensazione e soddisfazione che l'utilizzazione prova. Anche per questa attrezzatura reputo che si opportuno continuare ad usare il termine della lingua inglese.

(Nota 15) Track (trak) (traccia), ball (bôl) (sfera): è la sfera tracciante. Anche per questa periferica reputo conveniente mantenere il termine della lingua inglese.

99

100

recchio è sensibile nella rapidità con la quale lo spostampento è avvertito dal computer ospitante.
L'uso del joystick ha comunque bisogno di un controllo visivo, al contrario del digitizer che può essere usato indipendente. È necessario infatti che l'operatore presti attenzione al video o al piano sul quale si muove la penna per conoscere esattamene quali sono gli effetti dei suoi movimenti sulla leva (vedi fig. 101).

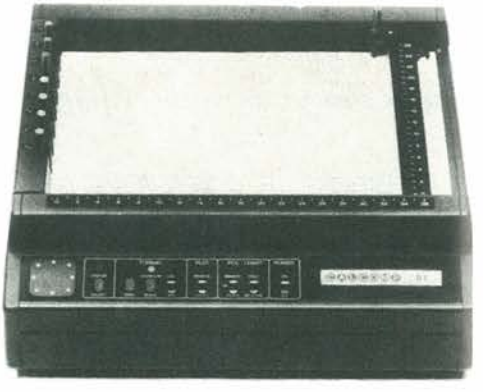
A che serve

Il joystick è una periferica di input interattiva utile per effettuare le due principali operazioni della interattività: quella del puntamento e del posizionamento.

Si intende per puntamento l'operazione che si esegue nell'andare a porre il puntatore in un punto qualsiasi dello schermo, tale operazione risulta particolarmente utile nel caso ad esempio che si voglia effettuare una scelta in un menù apparso sullo schermo oppure si voglia andare a cancellare o a "colpire" un obiettivo predeterminato.
Si intende per posizionamento quella operazione mediante la quale si posiziona un elemento grafico o di scrittura sullo schermo oppure si esegue un disegno (sullo schermo) tramite il puntatore.

Le due operazioni anche se simili sono profondamente diverse ed implicano un controllo del puntatore completamente diverso pur richiedendo ambedue il controllo visivo. È ovvio che il posizionamento richiede una maggiore precisione e controllo dell'apparecchiatura per quanto concerne i movimenti del puntatore mentre il puntamento può essere suscettibile di una approssimazione maggiore nei movimenti.
I joysticks possono essere utilizzati sia per operazioni di puntamento che di posizionamento. Quando vengono usati per il posizionamento oltre a richiedere una notevole accuratezza ed esperienza da parte dell'operatore, il quale deve coordinare i movimenti della mano con il movimento del puntatore tramite il controllo visivo, essi vengono chiamati anche joystick-digitizer, assimilabili alla periferica di input precedentemente esaminata.
Più che per realizzare veri e propri disegni "a mano libera" sullo schermo, i joysticks vengono utilizzati nell'operazione di posizionamento di forme grafiche primitive in una determinata immagine. Sono utili ad esempio nella progettazione di circuiti elettrici o flow-chart, dove i singoli simboli sono stivati nel computer ospitante e, richiamati all'occorrenza, essi vengono posizionati nella posizione desiderata muovendoli sullo schermo tramite il joystick. Una volta decisa la posizione "il simbolo" viene lasciato lì ed il procedimento di disegno o progettazione continua con lo stesso simbolo o con simboli diversi presi dal menù.
I joysticks anche se noti nella loro forma assoluta per ragioni essenzialmente militari e di controllo di traffico aereo, rivestono un importante ruolo nell'ambito delle periferiche di input. Gran parte della loro fortuna è dovuta ai video giochi ed ai personal computers.
L'operazione del puntamento è una delle operazioni fondamentali nell'interattività persona-macchina e di per sè rappresenta un campo di ricerca per quanto riguarda apparecchiature di input particolari. Per applicazioni militari e per risolvere parte dei problemi legati agli handicap fisici, sono in via di realizzazione ed in parte sono già realizzate apparecchiature di puntamento direttamente guidate dai sensi dell'uomo. Prima tra tutti quello della vista: sensori ad hoc riescono a rilevare i movimenti dell'occhio umano e ad effettuare il puntamento in accordo con essi.

Fig. 101 - Il joystick sui plotters ha generalmente la funzione di posizionare la penna in qualsiasi punto del piano di lavoro. Alcuni plotters però prevedono la possibilità di funzionare da digitizers in tal caso il joystick guida il cursore (cioè la punta della penna).
Digitalizzando con questa attrezzatura si esegue in maniera continua la funzione di posizionamento che risulta non estremamente agevole dovendo l'operatore coordinare gli spostamenti della mano e del cursore tramite il controllo visivo e non avendo un diretto contatto con l'oggetto della digitalizzazione. L'immagine rappresenta un plotter da tavolo fornito di più penne ed il pannello di controllo dello stesso plotter che nella parte sinistra possiede un joystick realizzato tramite un interruttore piano indirizzabile sul quale sono rappresentate le otto direzioni principali.
Tramite questo interruttore è possibile fare muovere il puntatore che può esser una griglia di riferimento fornita di lente di ingrandimento ed alloggiata in una delle posizioni destinate alle penne.



101

3.3 Attrezzature di input - la penna luminosa

Che cosa è

La penna luminosa (nota 16) è quella attrezzatura di input con la quale è possibile interagire direttamente con lo schermo di un terminale controllando visivamente e contemporaneamente l'apparecchiatura e la mano che la guida.

Come è fatta

La penna luminosa è molto simile al cursore a stilo del digitizer, le dimensioni sono quelle di una normale penna; nella punta contiene un sensore ottico (un fototransistor oppure un fascio di fibre ottiche) ed a volte una lente per meglio focalizzare la luce proveniente dallo schermo sul sensore (fig. 102).
Dalla penna fuoriesce un cavo che la collega al terminale o direttamente al micro computer del quale è al servizio.
Esistono due tipi di uso della penna luminosa (light-pen);

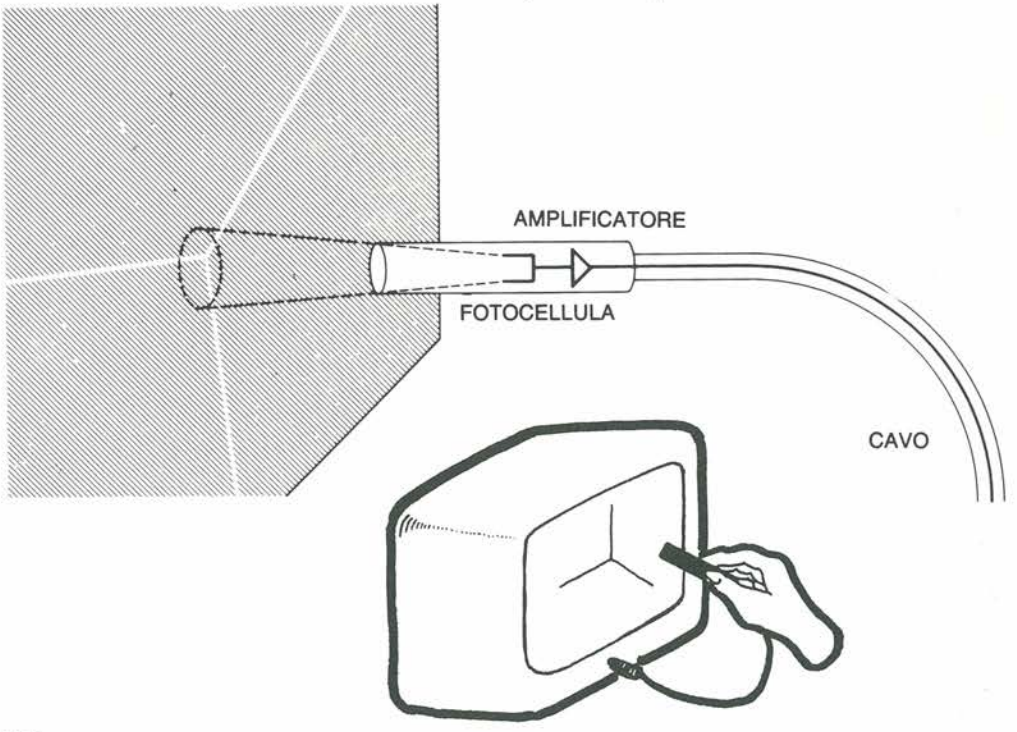
- può essere usata come periferica per la sola selezione e per operazioni di puntamento;
- può essere usata come periferica di input continuo e per operazioni di posizionamento.

Si usa la penna come periferica di input, per selezione e puntamento quando la si posiziona su qualunque punto dello schermo per selezionare un carattere, simbolo o figura.
Quando si usa la penna come periferica per il posizionamento la penna viene usata per tracciare segni sullo schermo tramite un puntatore (generalmente una piccola croce) sempre posizionato al centro del fascio visivo della penna stessa.
In tal modo è possibile disegnare, unire punti, scrivere, etc. (fig. 103).

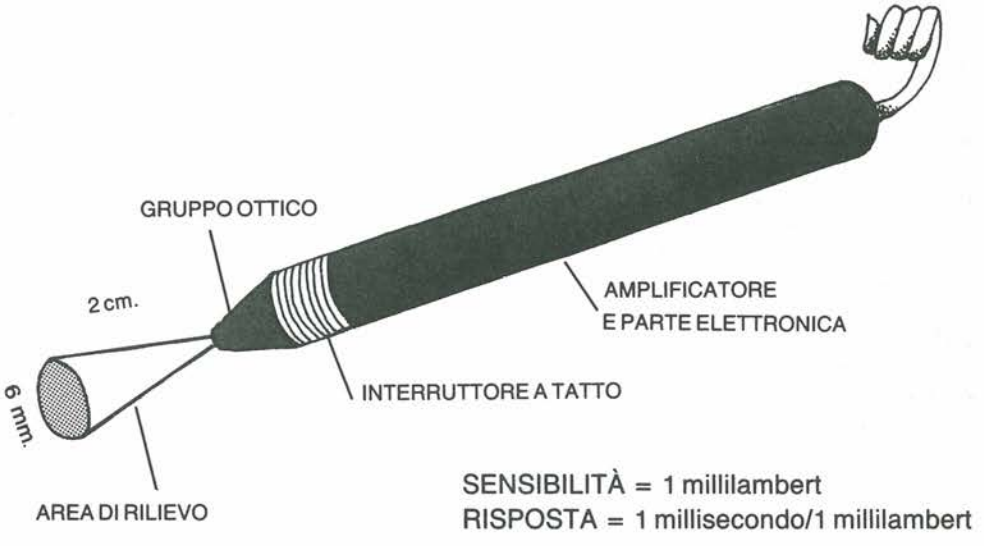
(Nota 16) Per questa apparecchiatura la traduzione in italiano del termine della lingua inglese light-pen (lit-pen) risulta facile ed il suo uso non induce confusione, si può infatti tradurre penna luminosa. Occorre però chiarire che l'aggettivo luminoso si riferisce alla caratteristica dell'apparecchiatura in grado di rilevare la sorgente luminosa sul video.
Esistono infatti altre apparecchiature che emettono luce e sono in grado di leggere codici stampati: esse sono i lettori ottici.

Fig. 102 - La figura mostra gli elementi costitutivi della penna luminosa: il video dal quale vengono rilevate le informazioni, la penna vera e propria che viene avvicinata al video ed il cavo di connessione tra penna ed interfaccia al computer.

Fig. 103 - Nella figura viene mostrata in dettaglio una penna luminosa dotata di interruttore a tatto. La penna deve essere mantenuta ad una certa distanza dallo schermo poichè la sua sensibilità (es. 1 milli lambert) è funzione della luminosità dello schermo rispetto a quella dell'ambiente nel quale si sta operando.



102



103

Alcune penne luminose sono dotate di interruttore sensibile al tatto cosicchè, nel disegnare una linea, ad esempio, il tratto può essere continuo o non, secondo che l'operatore chiuda o non l'interruttore raggiungibile con un dito della mano che tiene la penna.
Le penne luminose vengono utilizzate anche in connessione con tastiere standards in grado di fare eseguire direttamente funzioni al computer. La penna serve allora per input di grafici o per la selezione di menù, simboli, etc., le funzioni di cui viene dotata la tastiera di appoggio servono ad es. per salvare in memoria quanto disegnato dalla penna, per ingrandire quanto dalla penna circoscritto, colorare, posizionare un simbolo, farlo ruotare, ingrandirlo, ridurlo, unire due punti prescelti, etc. (fig. 104).
Le due attrezzature, la penna e la tastiera, qualora utilizzate insieme rappresentano un valido aiuto per la progettazione di circuiti elettrici, la progettazione meccanica e civile, la costruzione di diagrammi a blocchi, l'istruzione, etc.

Come funziona

Il funzionamento della penna luminosa è basato sulla possibilità da parte della penna, dotata di sensore ottico, di individuare quando il fascio di elettroni che scandisce lo schermo passa attraverso la posizione dove si trova la penna (vedi cap. 4°); quando ciò avviene un segnale viene mandato al CRTC (Cathode Ray Tube Controller) e viene rilevata la posizione della penna secondo le coordinate x, y dello schermo.
Qualora la penna luminosa sia fornita di puntatore, ad es. una piccola croce, esso si muove in accordo con i movimenti della penna, la posizione della quale è rilevata ogni volta che la immagine viene rinfrescata sul video. Più i movimenti effettuati con la penna sono lenti più si ha la sensazione della interattività da parte dell'utente.
La qualità del fosforo utilizzato sullo schermo è importante: esso deve essere a decadimento rapido cioè si deve "spegnere rapidamente", è facile infatti comprendere come fosfori a lungo decadimento possano ingenerare confusioni e disturbi (fig. 105).

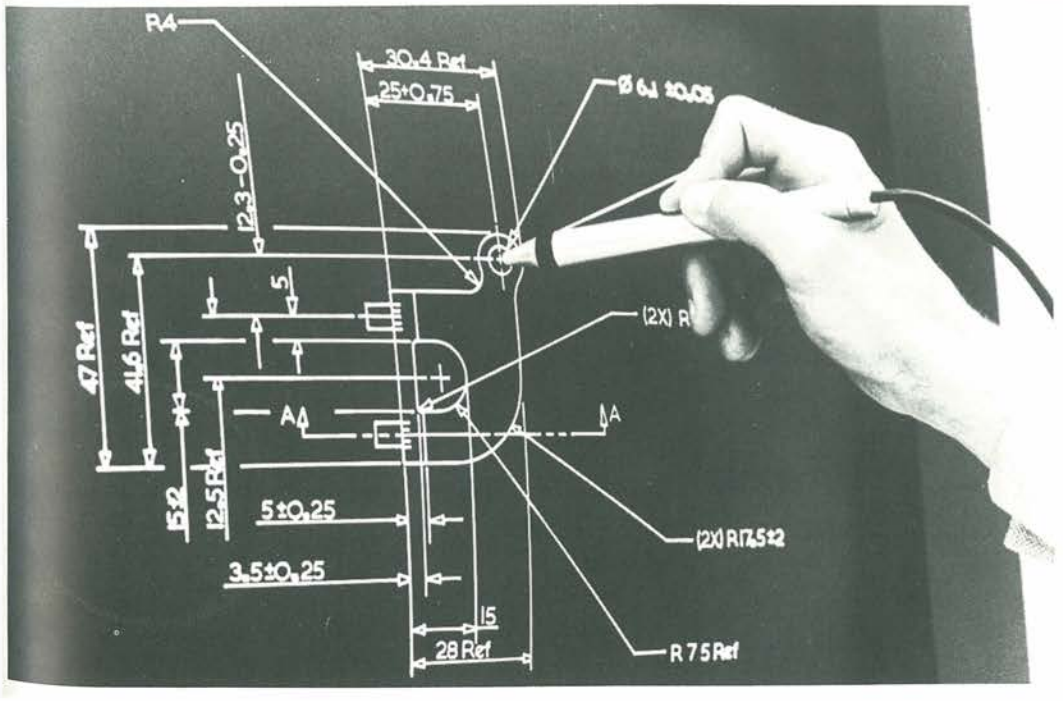
A che serve

La penna luminosa serve per eseguire operazioni di puntamento e posizionamento su un terminale video o videografico senza che l'operazione di manipolazione dell'attrezzatura e di controllo visivo siano dissociate. Si realizza in definitiva quanto si esegue scrivendo o disegnando: tramite la vista controlliamo sia la mano che muove la penna che quanto andiamo via via disegnando o scrivendo.
La penna luminosa si dimostra quindi utile in tutte quelle operazioni nelle quali l'operatore deve interagire direttamente con il video, rapidamente, con precisione e con un controllo continuo di quello che sta facendo.
Non viene solo utilizzata in computer grafica ma anche in normali terminali video per scelta di menù, correzione di testi, controllo di dati, dimostrandosi molto più rapida ed efficiente della tastiera.
La light-pen viene comunemente utilizzata nelle stazioni di CAD e CAM in tal caso sostituisce definitivamente ogni altro strumento di scrittura e di disegno diventando la naturale appendice dell'operatore.

Fig. 104 - La figura mostra una tipica stazione di lavoro equipaggiata con video grafico, tastiera alfanumerica, penna luminosa e tastierina da usare in connessione con la penna luminosa. (Immagine cortesemente concessa dalla IBM - Italia).

Fig. 105 - Dettaglio di penna luminosa interagente con videografico. (Immagine cortesemente concessa dalla IBM - Italia).

104


R4
30.4 Ref
25±0.75
Ø 6.1 ±0.05
12.3-0.25
5
(2X) R
47 Ref
41.6 Ref
A
A
5±2
12.5 Ref
5±0.25
(2X) R17.5±2
3.5±0.25
15
28 Ref
R 7.5 Ref

105

3.4
Attrezzature di input - il display sensibile al tatto

Che cosa è

Certamente tra i più moderni ed affascinanti sistemi di input e di interazione tra uomo e computer, è da considerare il display (displâ')sensibile al tatto. Esso permette all'utente di puntare semplicemente il dito su quanto viene mostrato dal terminale video, o schermo televisivo, e tramite questo movimento eseguire le stesse operazioni che si possono fare con una penna luminosa o un joystick: puntare e posizionare.

Nel rapporto persona-macchina si elimina, usando questa periferica, il tramite della periferica di input in quanto la periferica di input e quella di output rappresentano una sola cosa ed il mezzo di interazione tra utente e periferica è solo uno dei sensi del corpo umano: il tatto (fig. 106).

Come funziona?

I display sensibili al tatto devono garantire la perfetta visione dello schermo sul quale vengono applicati, essi devono perciò essere fatti di materiali trasparenti non deformanti e non devono essere spessi per evitare errori di parallasse.

Uno dei primi tipi di display a tatto realizzati si basa sul principio della individuazione delle coordinate x, y, tramite la misurazione del tempo impiegato dall'onda sonora generata da una sorgente, per viaggiare attraverso lo schermo, colpire l'oggetto (in questo caso il dito) e ritornare indietro così da essere raccolta dal ricevitore.

Il principio usato è simile a quello usato nei radar e nei sonar.

Un altro tipo di display sensibile al tatto è invece basato su di un sensore, formato da due substrati paralleli.

La pressione applicata tramite il dito in un punto del sensore provoca il contatto tra i due substrati.

I voltaggi rilevati al punto di contatto vengono digitalizzati e forniscono le coordinate x, y, del punto sul quale il dito è stato puntato.

Una volta rilevate, le coordinate vengono inviate al computer.

Come è fatto?

Il display sensibile al tatto non è altro che uno schermo trasparente che si applica sullo schermo di un terminale video o di un normale televisore.

Nei tipi più moderni, basati sulla misurazione della variazione di voltaggio, esso non ha bisogno di nessun tipo di ulteriore apparecchiatura ai bordi del video stesso, ed i cavi che fuoriescono dal display si connettono direttamente con la interfaccia.

Tale tipo di display a tatto fornisce una notevole affidabilità sia di funzionamento che di resistenza in quanto costruito con materiali di alta durabilità e non attaccabili da agenti aggressivi. Queste caratteristiche ne fanno una delle apparecchiature di input preferite nel campo della applicazioni militari e industriali.

Alcune apparecchiature industriali elettroniche, non intimamente legate alla computer grafica, hanno già optato per questo tipo di periferica (fig. 107).

A che serve?

Tale periferica serve essenzialmente ad assicurare una interazione immediata e diretta tra utente e computer solo tramite lo schermo.

Molte sono le applicazioni particolari nelle quali il display a tatto, può essere usato con particolare convenienza; sinora i campi nei quali è stato maggiormente usato sono stati gli schermi radar, sistemi di controllo di processo, terminali particolari utilizzati per la ricerca e la sperimentazione (vedi cap. 2°).

Uno dei campi nei quali certamente tale tipo di display verrà utilizzato con risultati prodigiosi è nell'insegnamento al fine di incrementare ulteriormente la interazione tra utente-discente e computer.

È facile anche prevedere sistemi per handicappati che facciano uso di tali display per la interazione tra persona e macchina, applicazioni nel campo medicale, etc..

Anche se teoricamente il pannello sensibile al tatto permette ambedue le operazioni connesse con la interattività, puntamento e posizionamento, solo la prima è di fatto pienamente realizzata. Occorre infatti ricordare che la risoluzione del pannello è condizionato dal mantenere la maggiore trasparenza e dal rilevare la presenza di un puntatore (generalmente dito) che rindividua un'area e non un punto sullo schermo.

La periferica risulta quindi essere particolarmente utile per operazioni di puntamento e per quelle di posizionamento non raffinate.

Fig. 106 - La figura mostra uno schermo sensibile al tatto da applicare su schermi di terminali video. La opacità dello schermo è ridotta al minimo e l'applicazione risulta agevole in quanto non esistono componenti di bordo. (Immagine cortesemente concessa dalla Eliographics Inc. - USA).

Fig. 107 - La figura mostra un'apparecchiatura (un controller) e il particolare del pannello a tatto in essa impiegato.
Il pannello a tatto è formato da sottilissimi fili capillari di oro in una base di poliestere. Due di questi fogli di poliestere sono disposti ortogonalmente tra loro ed in maniera tale da non venire a contatto. La pressione del dito puntato sul pannello provoca il contatto tra i due fogli di poliestere in una zona è in realtà infatti un'area e non un punto, che viene rilevata tramite i conduttori e permette di interagire con ciò che viene mostrato dal display.
Il pannello risulta opaco solo per il 19% rispetto alla luce che lo attraversa. (Immagini cortesemente concesse dalla SISTREL S.p.A. - Italia).

106

for Instrument Menu:
[MEASUREMENT]
[VERIFICATION]
[PROCESS CONTROL]

107

3.5
Altre attrezzature di input

Abbiamo considerato nei paragrafi precedenti le attrezzature di input oggi esistenti sul mercato e direttamente connesse con la computer grafica.
Esistono anche attrezzature di input che pur essendo allo stadio di prototipi, usate per studio, ricerca e per applicazioni particolari, entreranno tra poco sul mercato delle attrezzature per informatica.
Tra queste ultime sono da annoverare quelle apparecchiature in grado di diminuire ed annullare i limiti esistenti tra attrezzature di output dal computer e possibilità di input dell'utilizzatore.
È oramai banale l'applicazione di tecniche di riconoscimento e di digitalizzazione della voce umana, cosicchè è possibile interagire con il computer fornendo i comandi direttamente in linguaggio naturale (fig. 108).
Già da anni sono stati studiati terminali grafici che uniscono caratteristiche di output a quelle di input e sono sensibili agli spostamenti nello spazio tridimensionale (fig. 109).
Le attrezzature di puntamento sensibili agli spostamenti dell'occhio, sono oramai in uso nelle apparecchiature militari.
I pannelli sensibili al tatto sono oramai entrati nel campo delle applicazioni industriali, mentre i problemi della connessione fisica tra apparecchiature di input ed output ed elaboratore, sono stati eliminati dall'uso di raggi infrarossi.
La computer grafica sarà sempre più affetta da queste possibilità; stando seduti in una poltrona si ha quindi la possibilità di comandare con la voce quello che vediamo su uno schermo impartendo semplici comandi, più basso, più alto, più vicino, etc. (vedi cap. 2°).
È possibile però rendere la macchina, il computer, sensibile anche al gesto umano. Se si immagina di fornire il polso o la mano di una sorgente emittente, e si immagina di rendere sensibile lo spazio nel quale si effettuano i gesti creando un digitizer tridimensionale, è ovvio che è possibile digitalizzare i movimenti compiuti dall'utente.

108

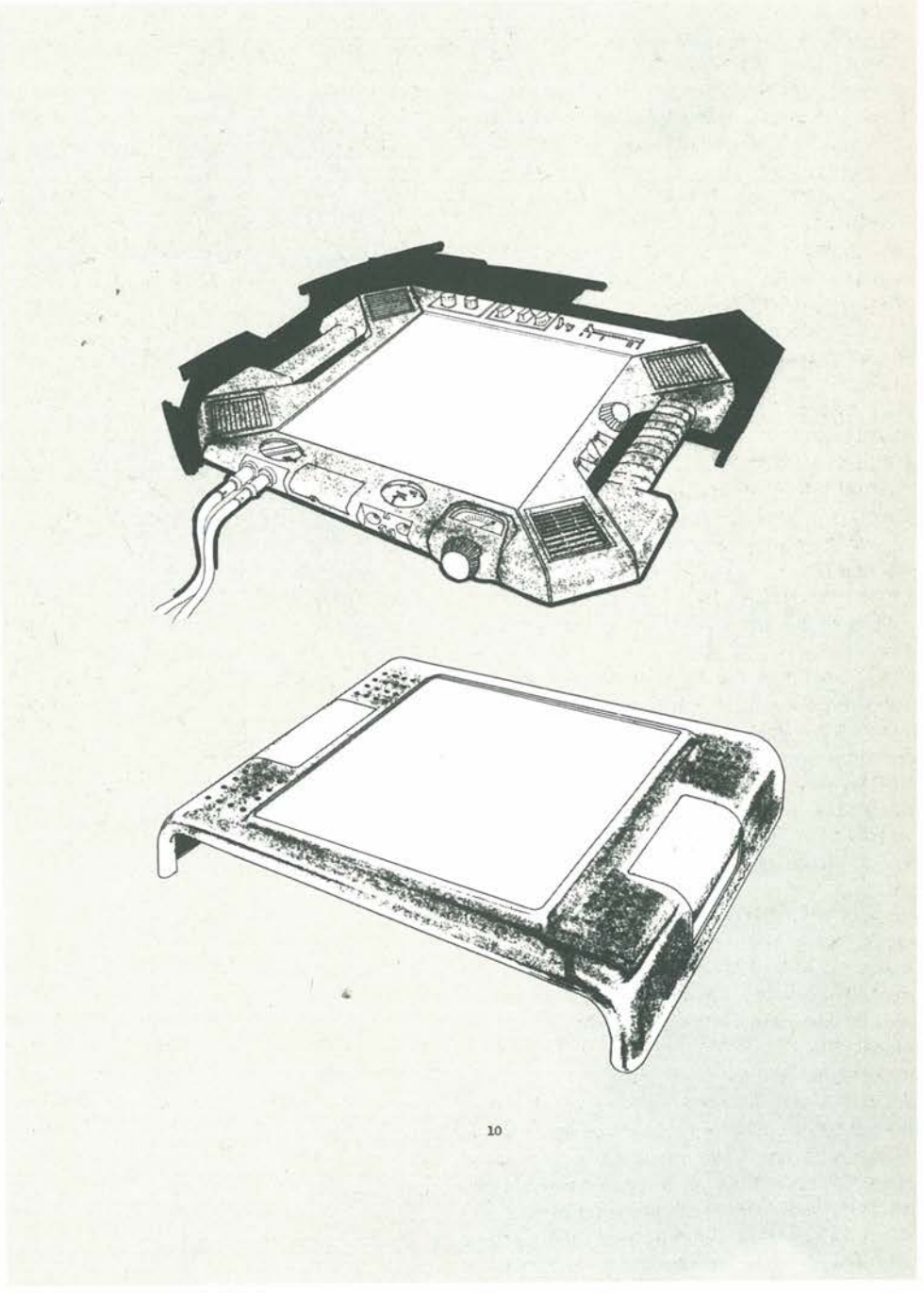
Se lo spazio poi viene abilitato ad essere una apparecchiatura di output totale ogni gesto può essere non solo digitalizzato ma indicare al computer un'operazione da svolgere, una selezione da compiere, un dato da ricercare, un'immagine da elaborare; la voce può completare l'input, e l'ascolto l'output.

Fig. 108 - La figura mostra un terminale dotato di riconoscimento della voce umana. L'operatore invece di usare la tastiera può umpartire i comandi o effettuare input di dati attraverso il microfono a disposizione.
Esistono peraltro terminali sintetizzatori di voce in grado di fornire la voce come output. Alcuni di essi hanno un dizionario di un numero limitato di parole, altri invece formano le parole mediante i suoni delle singole lettere.

Fig. 109 - L'Architecture Machine Group - MIT, fu coinvolto qualche anno fa nella progettazione di una unità periferica di input/output dotata di particolari caratteristiche di portabilità e compattezza.
La periferica mostrata in figura era facilmente trasportabile, ad esempio poteva trovare posto sulle gambe del copilota di un mezzo impegnato in operazioni di guerra o in servizio civile ed era dotata delle seguenti apparecchiature e software:

- *un pannello luminoso piano con funzione di display.*
- *un sistema di rilevamento dell'orientamento del pannello: questa possibilità è importante in tutte quelle operazioni dove ad un orientamento della carta geografica mostrata sul pannello, corrisponde il tentativo da parte dell'utilizzatore di ritrovare tramite la osservazione della realtà il giusto orientamento e la propria posizione.*
- *un pannello sensibile al tatto (delle stesse dimensioni del display) tramite il quale interagire con quanto mostrato dal display.*
- *sensori disposti sui manici del pannello in modo tale da rilevare la forza prestata dall'utilizzatore nel manovrare l'apparecchiatura.*
- *altoparlanti per ricevere output dal sistema, ed un microfono per impartirglieli.*
- *un sistema per evitare che il pannello fosse spinto contro l'utilizzatore.*
- *una serie di routines grafiche in grado di operare sulle immagini mostrate adeguandole ai movimenti che il pannello subiva.*

Se ad esempio l'apparecchiatura veniva allontanata dall'osservatore, la scala del disegno mostrato diminuiva, l'immagine mostrava allora una parte maggiore di area; un avvicinamento allo osservatore comportava il contrario. Una inclinazione della attrezzatura comportava uno slittamento della immagine, in accordo con i movimenti compiuti. (Immagini cortesemente fornite dalla Architecture machine Group MIT).



109

3.6
Attrezzature di input - conclusioni

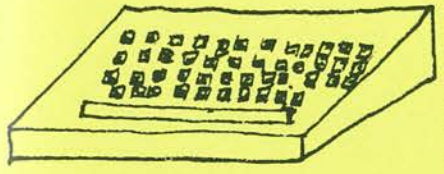
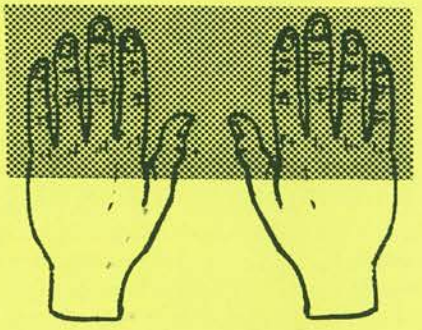
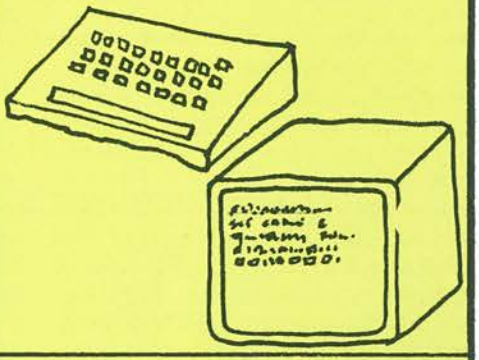
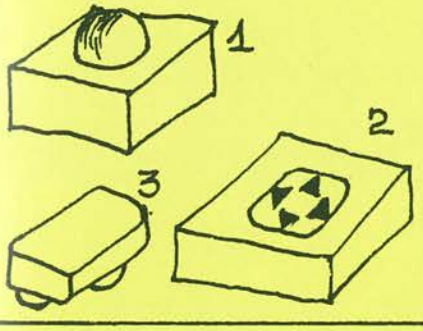
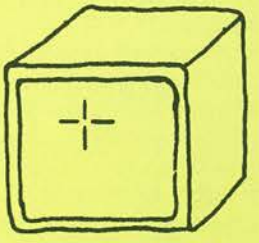
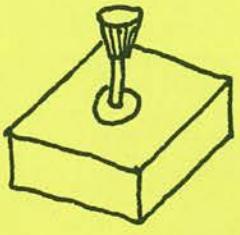
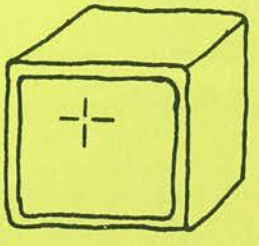
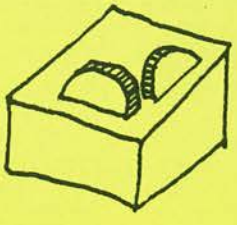
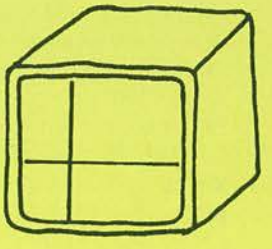
Le attrezzature di input sono state esaminate nelle loro caratteristiche essenziali e generali.
Esistono ovviamente allo studio attrezzature di input che non ricadono in nessuno dei tipi precedentemente discussi: esse sono quelle che non prevedono un contatto fisico tra l'utilizzatore e la periferica di input. Tutte le apparecchiature esaminate infatti prevedono in qualche maniera il contatto tra una o più parti del corpo dell'utilizzatore e la periferica. Usando la voce, ad esempio, si può eliminare questo contatto fisico e colloquiare con il computer via suono.
L'uomo però comunica anche attraverso gesti anzi essi sono fondamentali ad ogni livello della comunicazione.
Ancor più che il disegno, il gesto è un sistema di output analogico da parte dell'utilizzatore; esso viene immediatamente processato dal fruitore e decodificato per ottenere informazioni precise dettagliate e finalizzate alla comprensione del gesto stesso.
Le apparecchiature di input in grado di rilevare il gesto umano sono allo studio ed in fase di sperimentazione (vedi cap. 2°), ma ovviamente occorre guardare più in là e pensare ad attrezzature di colloquio tra computer ed utilizzatore che operino in maniera diretta senza la presenza di tramite per la comunicazione.
Per realizzare ciò, occorre fare sì che il colloquio si realizzi direttamente tra cervello umano e computer, sarà quindi necessario conoscere in dettaglio come il cervello immagazzina e processa le informazioni.
Le ultime teorie in merito alla memoria visiva affermano che il sistema visivo analizza una figura riducendola alle frequenze componenti.
La memoria visiva è così composta di tracciati ondulatori: la memoria è attivata quando l'occhio le trasmette l'opportuno insieme di frequenze.
È possibile per questa via l'apprendimento imitativo: quell'apprendimento cioè che noi facciamo osservando semplicemente l'azione o l'operazione che un altro svolge. Così un bambino che guarda una parata, impara a marciare apprendendo in maniera imitativa.

Fig. 110 - La tastiera è il sistema più vecchio per immettere i dati, nell'utilizzarla vengono impiegate le dita di ambo le mani. Nel processo di interazione l'utilizzatore deve prestare attenzione simultaneamente al CRT o alla stampante ed alla tastiera.

Per usare la trackball (1), la manopola, (2) e la manopola del tipo 3, chiamata "mouse" (cioè topolino), l'utilizzatore deve impiegare solamente il palmo della mano per il posizionamento di massima e due o tre dita per quello da realizzare con maggiore precisione. L'utilizzatore non presta attenzione alla periferica che sta utilizzando ma solamente al puntatore sul CRT.

Per operare su i joysticks occorre utilizzare due o tre dita, secondo che essi siano bidimensionali o tridimensionali. Anche in questo caso l'utente presta attenzione solo al puntatore che viene mostrato dal monitor.

Un tipo particolare di joystick (vedi cap. 3°, 2°) è quello in uso su terminali videografici che utilizzano il sistema stroke ed a memoria, per manovrarlo occorrono due dita di una sola mano. Questo sistema permette un posizionamento molto preciso mostrando due linee ortogonali sullo schermo.

ATTREZZATURA DI INPUT	PARTE ANATOMICA	ATTREZZATURA E/O PARTE CUI PRESTARE ATTENZIONE
		
		
		
		

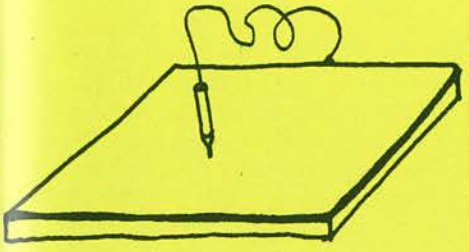
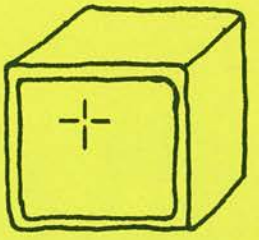
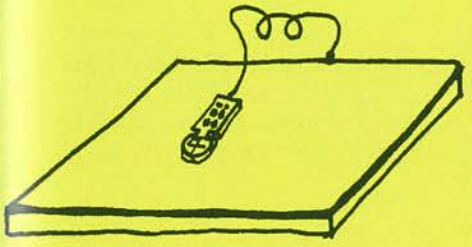
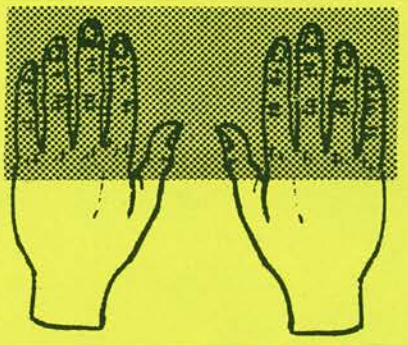
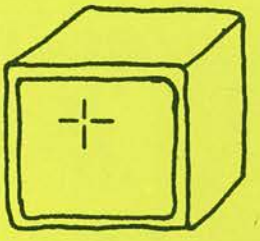
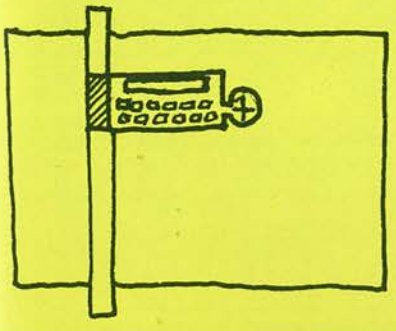
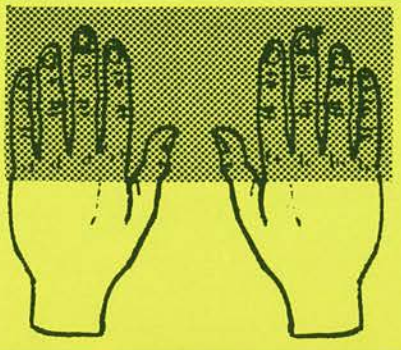
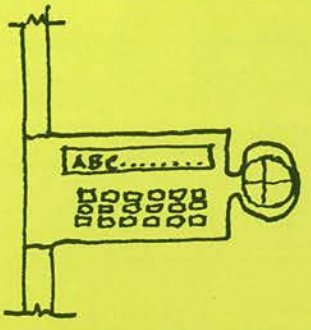
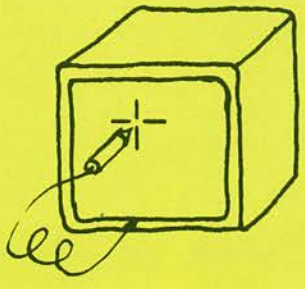
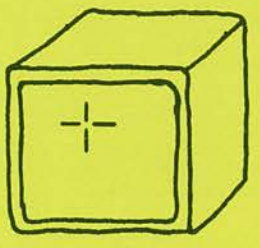
Lo studio di come i campioni svolgono alcune azioni sportive ha proprio questo scopo ed oramai è entrato nella comune prassi del training.
La nostra memoria ha possibilità di immagazzinamento potentissime, ma invece che stivare particolari innumerevoli, vengono usate solo alcune regole essenziali per esaminare quello che viene trasmesso dal sistema visivo.
A proposito del sistema visivo è bene ricordare cne esso e stato tra gli ultimi ad essere investigato e molto ancora se ne discute. Il primo sistema ad essere esaminato è stato il sistema uditivo, circa un secolo fa da Ohm (lo stesso della legge dell'elettrodinamica) rilevando che le cellule celebrali del sistema uditivo agiscono come analizzatori della frequenza dei suoni.
Il funzionamento del sistema uditivo, è stato dimostrato, può essere spiegato tramite l'analisi di Fourier, quell'analisi che permette di trasformare un tracciato complesso nelle onde sinusoidali che lo compongono.
Ulteriori ricerche hanno dimostrato che anche il sistema somatosensorio e quello somatomotorio posseggono lo stesso principio organizzatore che guida quello uditivo.
Nel 1968 venne dimostrato che anche il sistema visivo funziona come un analizzatore di frequenze nella percezione delle forme. Praticamente il sistema visivo analizza una figura riducendola alle frequenze componenti.
Girando lo sguardo attorno in una stanza la quantità di informazione che il cervello si trova ad elaborare è enorme, e pare che questa elaborazione sia possibile solo se ad esser elaborati siano le frequenze e non i semplici dati; a tal punto conviene parlare di elaborazione di immagini compiuta dal cervello e non di elaborazione convenzionale.
Si dice che l'immagine è il più potente mezzo di informazione, che mediante essa possiamo effettuare sintesi altrimenti complicate, ma perchè?
Perchè, probabilmente, è molto raffinato il nostro sistema di elaborazione dell'immagine e, se ci viene data sotto questa forma, l'informazione complessa è più facile da processare. Quello che facciamo è utilizzare metodi di correlazione che applicati alle immagini, o alle frequenze componenti le immagini, sono molto agevoli e permettono di effettuare più correlazioni contemporaneamente.
Ed è quello che noi chiamiamo comunemente sintesi.
La fig. 110 è un compedio delle attrezzature di input esaminate in funzione delle necessità di contatto e coinvolgimento dell'utilizzatore e delle necessità con il controllo dell'output.
Le attrezzature sono disposte, nella tavola, in maniera decrescente per quanto riguarda la quantità di corpo umano coinvolta tramite contatto fisico nell'operazione di input. Esse sono disposte peraltro in maniera crescente per quanto riguarda la immediatezza di colloquio tra utilizzatore e computer via periferica di input.
È ovvio che per ogni applicazione sarà preferibile usare questa o quella periferica in funzione delle caratteristiche desiderate in termini di qualità dell'input, tipo di utilizzatore e suo coinvolgimento nell'operazione, possibilità di controllo e verifica degli outputs.

Il digitizer sta diventando una periferica largamente utilizzata sia per operare scelte di menù che per effettuare operazioni di input. Dotato di puntatore a stilo può essere manovrato dall'operatore tramite una mano solamente. Durante l'operazione di input e/o di selezione si deve prestare attenzione allo schermo sul quale appare il cursore.

L'uso del puntatore a cursore (con la griglia di riferimento e la tastierina di input dei dati) richiede che l'operatore usi ambo le mani nelle operazioni di input.
L'interazione con il sistema viene assicurata dal tenere sotto controllo il cursore che si muove sullo schermo.

In alcune operazioni è necessario che l'attenzione prestata dall'operatore non venga distolta dall'area sulla quale si svolge la digitalizzazione, a tal fine è opportuno che venga usato uno strumento come quello in figura dove, accanto al cursore per la digitalizzazione ed ai tasti, per immettere dati e comandi, trova posto un display per interagire con il sistema.

La penna luminosa è manovrabile tramite una sola mano ed è caratterizzata dal fatto che il piano di input è lo stesso di quello di output. L'operazione che si compie è molto simile a quella che viene generalmente fatta disegnando.

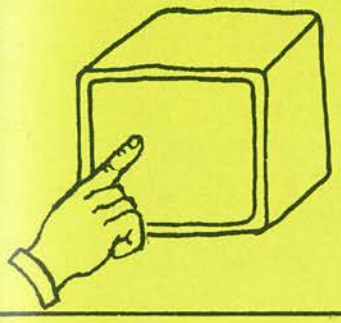
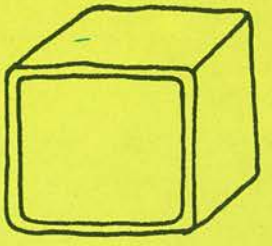
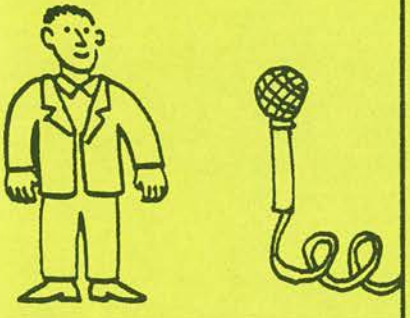
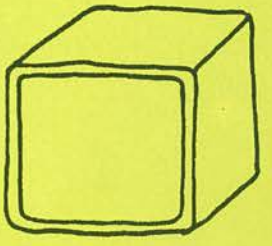
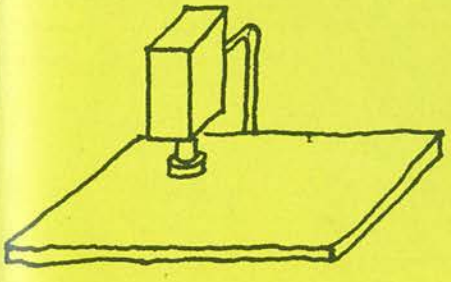
ATTREZZATURA DI INPUT	PARTE ANATOMICA	ATTREZZATURA E/O PARTE CUI PRESTARE ATTENZIONE
		
		
		
		

Nel pannello sensibile al tatto viene utilizzato solamente un dito di una mano. L'interazione si realizza sulla superficie stessa sulla quale poi appare l'output senza che tra utente e sistema venga interposto alcun filtro alla interazione. Si usa essenzialmente il gesto per fare comunicare l'utente e la macchina.

L'interazione tra la persona e la macchina (computer) può essere anche realizzata tramite la voce umana. È del resto possibile che l'output del computer venga trasformato in linguaggio naturale e trasmesso tramite voce.

Progetti avanzati quali quello della Media Room dell'MIT hanno di fatto trasformato lo spazio tridimensionale in un digitizer in grado di risentire i movimenti del corpo umano e di comprendere i gesti da esso compiuti.
In questo caso tutto lo spazio è una periferica di input ed è assicurata la totale mancanza di ogni filtro tra l'utente e la periferica.

Nelle operazioni di digitalizzazione automatica non esiste di fatto interazione tra persona e computer.

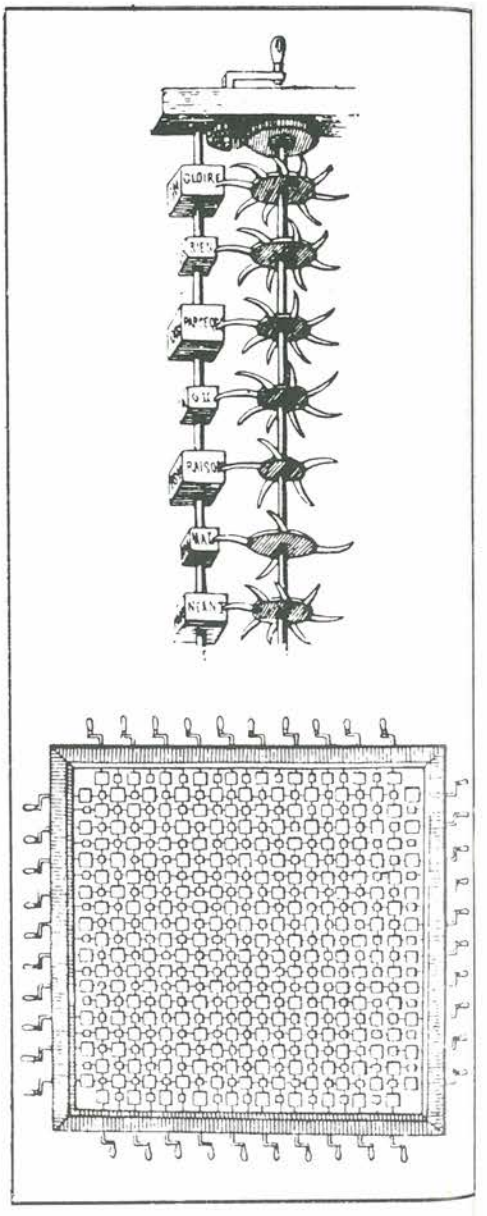
ATTREZZATURA DI INPUT	PARTE ANATOMICA	ATTREZZATURA E/O PARTE CUI PRESTARE ATTENZIONE
		
		
		

Attrezzature di output

4.1 - La stampante (che cosa è - come è fatta - come funziona - a che serve).
4.2 - Il terminale video grafico (che cosa è - come è fatto).
4.3 - Il plotter (che cosa è - come è fatto - come funziona).
4.4 - Le attrezzature di output: il piacere di utilizzarle.
4.5 - L'ergonomia della computer grafica interattiva.

Premessa metodologica

Le attrezzature di output (nota 17) sono quelle apparecchiature in grado di trasmettere quello che viene elaborato dal computer all'utilizzatore.
Come esistono molteplici apparecchiature di input, così ve ne sono varie di output finalizzate a scopi particolari e non.
A proposito di tali attrezzature è necessario notare che esse sono quelle con le quali il generico utilizzatore viene in contatto con il computer ancora prima che con quelle di input.
Basti solo pensare a quante volte si fruiscono attrezzature di output senza rendersene conto. Il terminale che consultiamo alla stazione o all'aeroporto, lo stesso televisore sul quale appaiono immagini precedentemente processate da computer, gli estratti conto della banca, i canoni del telefono, etc. sono tutti outputs di elaborazioni fatte da computers.
Per quanto riguarda la computer grafica ed il processo d'immagine si è spesso a contatto di outputs dei quali si ignora l'elaborazione precedentemente avvenuta. Un ottimo esempio è rappresentato dal business graphics, cioè la tecnica, che permette di rappresentare graficamente informazioni di carattere amministrativo e gestionale in maniera sintetica tramite disegni, diagrammi, immagini ed eventualmente animazioni realizzate tramite computer. Proprio in questo caso i risultati delle elaborazioni grafiche sono a disposizione di consiglieri di amministrazione, lettori di budget o persone che devono prendere decisioni, non certo su come le immagini sono state realizzate ma su quello che esse rappresentano.
Il vantaggio che hanno le apparecchiature di output su quelle di input deriva dal fatto che queste ultime richiedono una certa specializzazione ed una applicazione, da parte dell'utente, maggiore di quelle di output le quali coinvolgono, generalmente, una fruizione più che esercitata e naturale, quale la visione e/o l'udito.
I sistemi di comunicazione usati dalle attrezzature di output sono più che tradizionali quali la stampa, l'immagine ed il suono. Non viene infatti richiesta nessuna specializzazione all'utilizzatore né alcuna particolare istruzione nel leggere una carta stampata, nel fruire un'immagine costruita e di facile lettura, nel fruire un disegno animato ben fatto.
Il desiderio da parte dell'uomo di fare produrre outputs densi di informazioni alle macchine così da poterli fruire ed eventualmente poterne trarre dei vantaggi, è sempre stato presente nell'ambito scientifico in generale (fig. 111).
È ovvio che gli automi progettati o costruiti alcuni secoli fa erano il più avanzato desiderio da parte del fruitore di far fare alla macchina cose simili alle umane, o di sfidare la macchina stessa in una ricerca e tentativo di intelligenza artificiale (fig. 112).
È quindi comprensibile come oggi sia naturale fruire la "voce del calcolatore" per telefono, le immagini da un terminale video, le informazioni digitali da un cruscotto di una automobile e così via (fig. 113).
Le attrezzature di output nella computer grafica, hanno seguito nel loro sviluppo un processo evolutivo simile a quello che accompagna la educazione alla visione di un qualunque fruitore.
Dalle parole si è passati al disegno generalmente realizzato in maniera discreta, si è passati poi al disegno realizzato in maniera continua, per poi passare all'immagine ed infine all'elaborazione della immagine. Gli sviluppi futuri coinvolgeranno altri sensi dell'utente quali l'udito ed il tatto o accederanno direttamente ai processi logici e conoscitivi del nostro cervello.
Per la familiarità, nei confronti dell'utente, delle attrezzature di output al contrario di quelle di input, le prime possono essere dette vecchie rispetto alle seconde.
Che differenza c'è tra una pagina battuta a macchina in maniera impeccabile da un ottimo dattilografo ed una pagina uscita da un word-processor? Che cosa contraddistingue una fotografia da una immagine processata tramite un sistema di image processing? Quale curiosità differenzia un'anamorfosi settecentesca da una prodotta dal computer? (fig. 114).



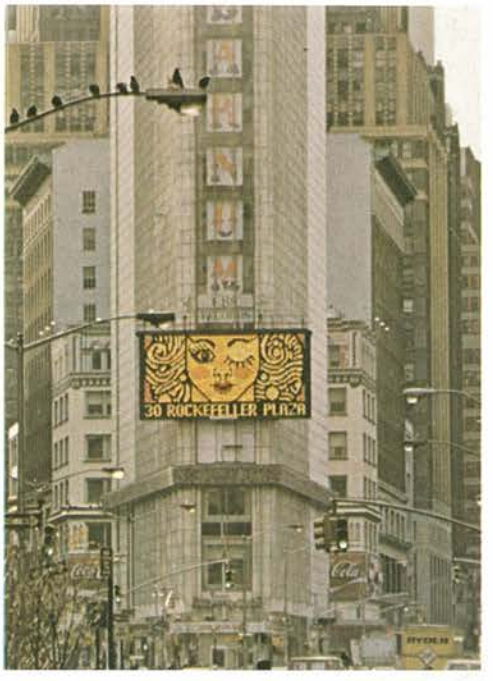
111

(nota 17) Output ('autput): letteralmente. Tradotto in gergo italiano informatico "uscita" e le attrezzature di output "apparecchiature di uscita". Uscita si intende uscita dal computer, questa uscita è però l'entrata, il punto di partenza nel processo di fruizione da parte dell'utente.

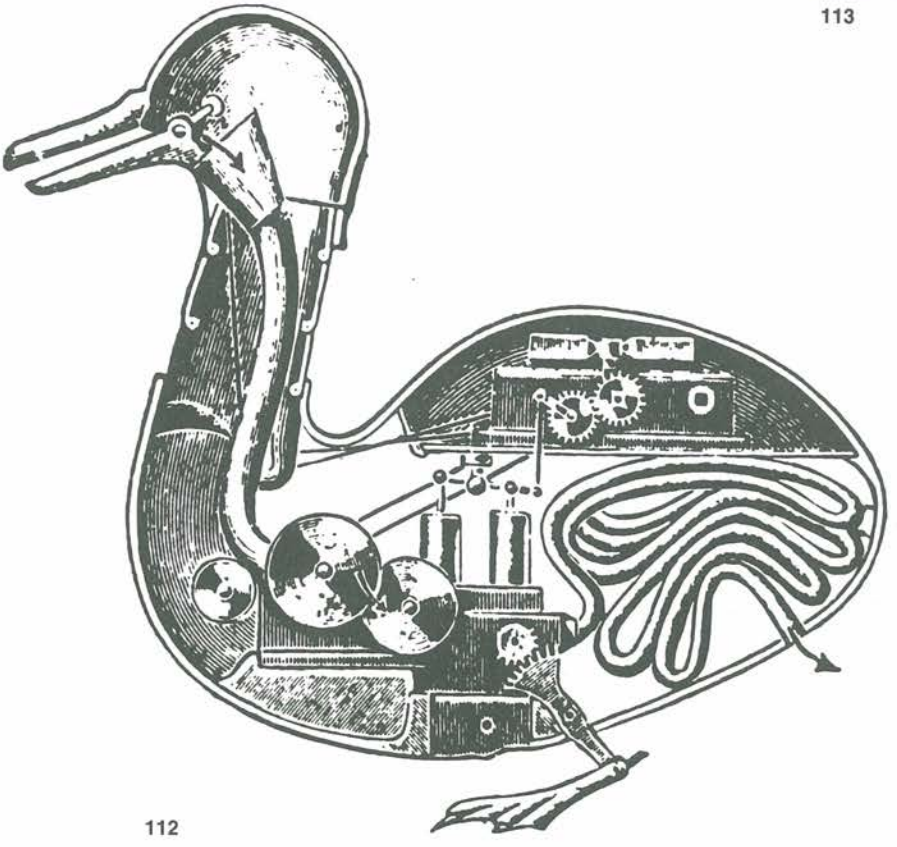
Fig. 111 - Uno degli esempi più divertenti di stampante è riportato nei "Viaggi di Gulliver" di Swift: presso l'Accademia di Lagado, Gulliver vide una macchina per scrivere, costruita da un professore. Si trattava semplicemente di girare le manovelle poste sui lati della tavola rappresentata nella figura per ottenere varie combinazioni di parole e simboli. Il professore che aveva messo a punto la macchina spiegava che ciascuno, anche privo di cognizioni e senza essere uno studioso o un genio, poteva in tal maniera anche con un limitato sforzo fisico, costruire libri di poesia, di scienza etc. semplicemente combinando parole: esse naturalmente venivano considerate come dati e non si portava nessuna attenzione al contenuto della combinazione delle parole.

Fig. 112 - Immagine di automa del secolo 18°.

Fig. 113 - I più moderni terminali (o display board) in uso per la comunicazione di informazioni al pubblico, sono generalmente guidati dal computer.
Essi sono ottimizzati per quanto riguarda il tempo di risposta e per quanto riguarda la leggibilità da parte del pubblico. Alcuni dei pannelli più sofisticati guidati da computer sono in grado anche di produrre disegni colorati ed animazioni.
La figura rappresenta il pannello in funzione a Times Square N.Y./N.Y.



113



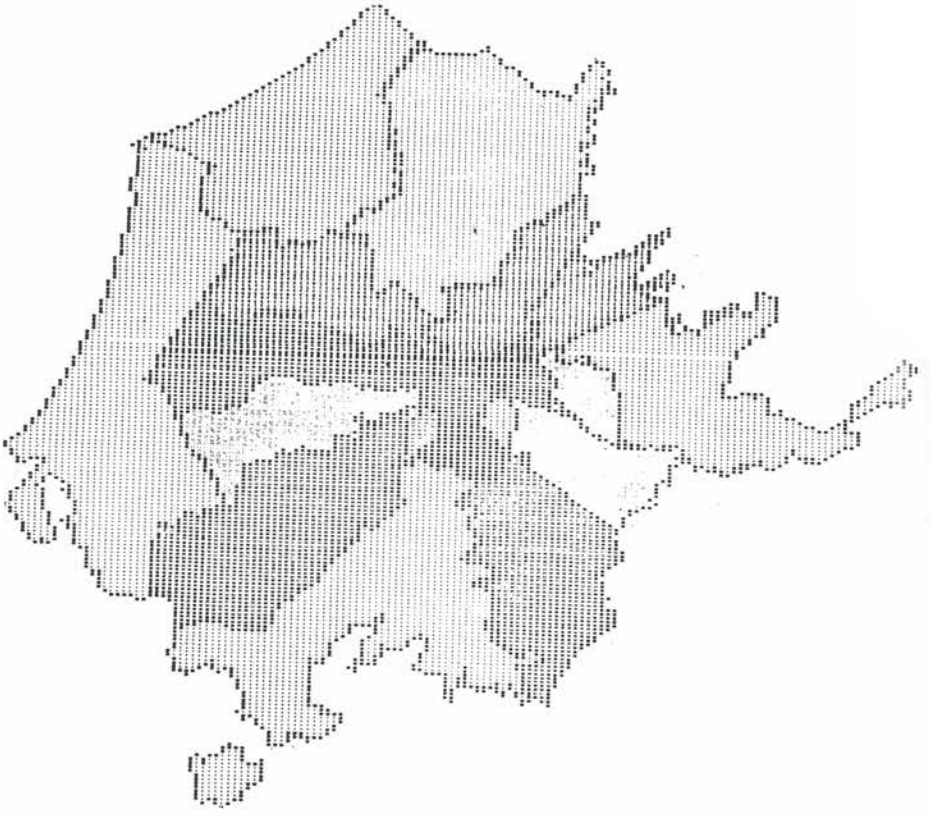
112

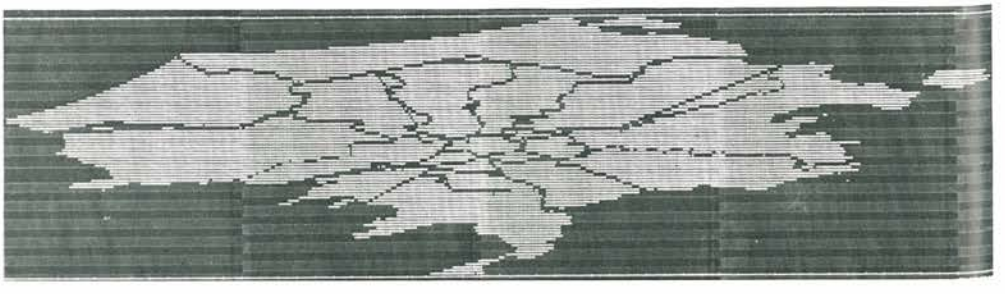
Fig. 114 - La figura mostra nella prima immagine una pianta di Roma realizzata tramite stampante, nella quale vengono messi in evidenza i confini delle venti Circoscrizioni comunali. La stessa mappa nelle due immagini successive è stata interpretata in maniera anamorfica.

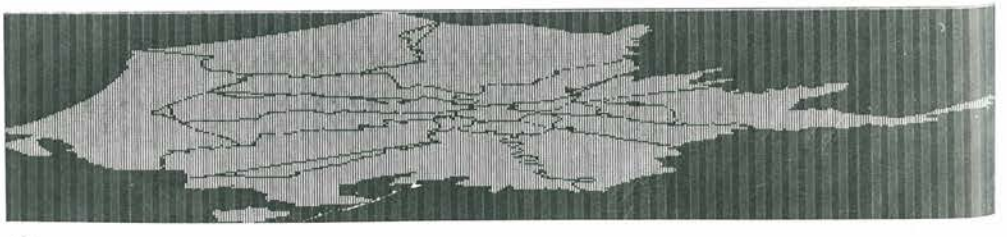
Qualora un utente sprovveduto non conoscesse il plotter e qualora la macchina per ottenere l'output grafico dal computer fosse di ottima qualità non si vedrebbe alcuna differenza.
Qualora l'utente ne fosse poi informato potrebbe esclamare "è così bello questo disegno che pare fatto a mano!!"
Tutto questo rappresenta una grave limitazione all'interattività delle attrezzature di output.
L'interattività del resto, è quanto mai essenziale nel rapporto uomo-macchina; essa distingue la computer grafica dalla grafica.
Un'attrezzatura di output è tanto più valida quanto più permette l'interazione e non quanto più crea prodotti simili a quelli che vengono prodotti dall'uomo.
La qualità dell'interattività è garanzia anche della qualità del prodotto (disegno, immagine, suono, etc.) in quanto, interagendo con la persona umana, la comprensione ed apprendibilità è direttamente proporzionale alla qualità del prodotto presentato dalla macchina all'utente.

Come già fatto per le attrezzature di input anche per quelle di output per computer grafica ho risposto, alle domande chiave:
che cosa è;
come è fatto;
come funziona;
a che serve.

Nella scelta delle attrezzature di output per la computer grafica ho compreso anche alcune attrezzature, quali la stampante ed il terminale alfanumerico che, pur non essendo nate per le applicazioni grafiche, grande importanza hanno avuto e hanno nell'ambito della disciplina.







114

4.1 Attrezzature di output - la stampante

Che cosa è

La stampante (nota 18) è un'apparecchiatura di output che converte i segnali provenienti dal computer in informazioni alfanumeriche stampate (nota 19).
La stampante è certamente, insieme alle periferiche per lo stoccaggio di dati e programmi, (dischi, nastri, floppy dischi, etc.) la periferica più diffusa nell'uso del computer.

Come è fatta

La tecnologia costruttiva della stampante ha risentito e risente dei progressi compiuti dai sistemi di stampa in generale. I tipi di stampanti esistenti sono molti e non verranno qui trattati ovviamente tutti i tipi: si è prestata attenzione invece ai tipi principali di stampanti e soprattutto al modo in cui esse possono essere utilizzate nella computer grafica (fig. 115).
I diversi tipi di stampante vengono classificati in funzione della tecnica utilizzata nello stampare la carta che viene da esse prodotta.
Esistono due famiglie di stampanti, le stampanti cosiddette seriali e quelle parallele. L'aggettivo si riferisce a metodo di stampa utilizzato: è seriale una stampante che stampa un carattere alla volta, è parallela una stampante che stampa una certa quantità di caratteri alla volta, una riga ad esempio (nota 20).
Alcune caratteristiche fondamentali sono importanti nella valutazione di una stampante: la qualità della scrittura, la velocità di stampa, la rumorosità, la possibilità di inserimento del foglio singolo, la possibilità del ritorno indietro della carta e del carrello, la possibilità di stampare più volte sullo stesso carattere (in inglese overprint) la dimensione della carta di stampa, la facilità di inserimento della carta e del nastro per la stampa. Esse sono solo le principali.
Le stampanti sono anche individuate dalla densità di stampa per elemento lineare (10 caratteri per inch, 12 caratteri per inch etc.) questa grandezza è particolarmente importante per quanto riguarda l'uso della stampante in computer grafica.
Volendo infatti utilizzare una stampante per realizzare computer grafica il primo problema da affrontare è quello di disegnare in

Fig. 115 - Una immagine familiare agli addetti ai lavori. Una stampante in un centro di calcolo. La stampante ha rappresentato per anni il mezzo di comunicazione tra centro di calcolo (computer e uomini del centro di calcolo) ed utenti. I jobs, lavori, cioè i programmi venivano consegnati all'operatore sottoforma di schede, il quale li faceva leggere al computer (tramite un lettore di schede); il programma veniva elaborato e quindi sulla stampante veniva stampata l'uscita del programma, risultati, output del programma, eventuali errori individuati dal computer, costo e tempo di calcolo, etc.
La carta, ad opera dell'operatore veniva tolta dalla stampante ed allegata al pacco di schede dato dall'utente. Tutta l'operazione non era immediata e l'attesa di elaborazione di un programma o l'attesa per leggere i risultati risultava per lo più frustrante: un programma che richiedeva pochi secondi di calcolo poteva essere spesso esaminato solo ad ore di distanza. Tutti questi problemi si acuivano nella gestione di centri di calcolo con notevole numero di utenti di tipo diverso.
Specie per scopi didattici e di ricerca, si fa oggi uso di terminali interattivi e di video terminali, il lavoro non avviene più per schede e l'utente durante una sessione di lavoro colloquia direttamente con la macchina (computer).
La stampante non è però stata superata, anzi ne è stato ottimizzato l'uso in quanto, solo una volta verificato che il programma è in grado di funzionare, viene utilizzata per ottenere su carta un output definitivo e di lavoro.
(L'immagine mostra il nuovo centro di calcolo dell'Università dell'Aquila, in primo piano una stampante Sperry Univac).

115

(nota 18) Nella lingua inglese il termine è printer

(nota 19) Esistono piccole stampanti al servizio di calcolatori e macchine calcolatrici in grado di stampare solo dati numerici; in tal caso si dicono stampanti numeriche.

(nota 20) In inglese le stampanti in grado di stampare una intera linea alla volta vengono chiamate line-printer mentre quelle in grado di stampare una intera pagina alla volta page-printer

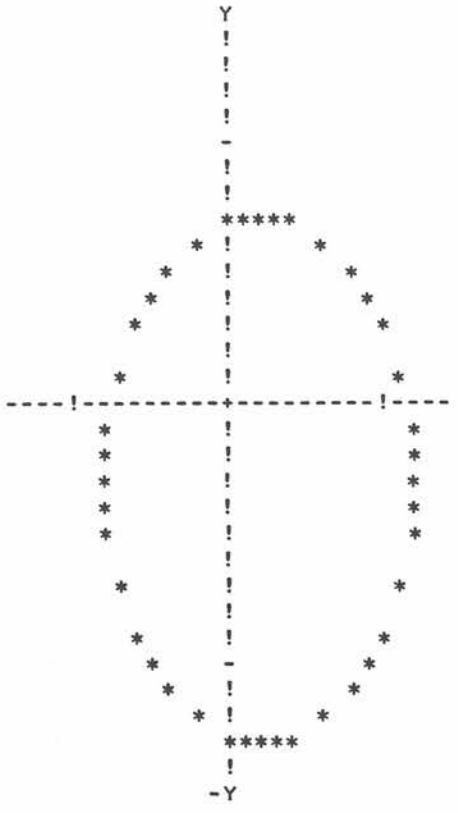
continuo usando una periferica che produce una uscita discreta (caratteri alfanumerici ed eventualmente caratteri semigrafici) (nota 21).
Le fig. 116, 117 e 118, sono esempi di uscita da stampante. Una linea continua non viene stampata con una connessione tra punto iniziale e finale ma viene discretizzata in caratteri di stampa (desunti dal set dei caratteri disponibili); è ovvio che in tal caso la densità di caratteri per inch gioca un ruolo importante; maggiore è il numero di caratteri per inch, più piccolo risulta essere il carattere e quindi migliore (anche se sempre discreta) la definizione.
La stampante è stata utilizzata nei laboratori di computer grafica come una delle prime apparecchiature per produrre grafici, immagini e disegni. Oggi essa viene soppiantata da plotters e videografici anche se ancora certe applicazioni vengono condotte suo tramite, specie quelle nelle quali si desiderano in tempo breve immagini non di elevata esattezza su rupporto rigido (carta).

Come funziona (nota 22)

Le stampanti a tamburo appartengono alle categorie a linea.
La stampa è al volo, ed i caratteri sono del tipo ad immagine intera. Essi sono disposti per coniatura sulla superficie del tamburo secondo circonferenze. Ogni circonferenza o anello contiene tutto il set di caratteri. Di fronte ad ogni circonferenza è montato un martello fisso azionato da un elettromagnete che preme la carta quando di fronte ad esso si viene a trovare il carattere richiesto.
Le stampanti a tamburo sono state le prime stampanti utilizzate nei sistemi EDP (fig. 119).

(nota 21) Si sono utilizzati i termini discreto e continuo riferendosi alle caratteristiche del modo di realizzare la immagine: continuo cioè senza soluzione di continuità tra gli elementi del disegno; discreto quando la immagine viene realizzata mediante elementi non connessi tra loro (punti, caratteri di stampa, etc.).

(nota 22) Questa parte del capitolo è stata in parte desunta dalla rivista "Quaderni di informatica" (vedi bib. 18, 19 e 20) dove a più riprese sono apparsi i migliori articoli pubblicati in Italia sulle stampanti.



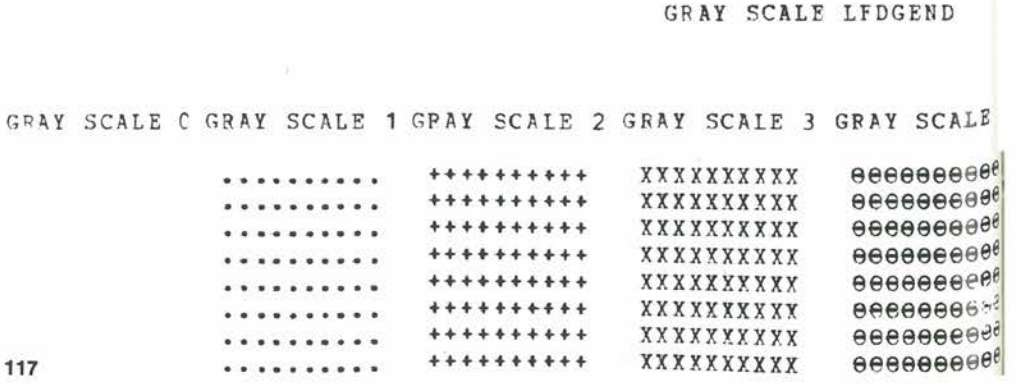
116

Fig. 116 - La figura mostra un grafico realizzato tramite stampante. La rappresentazione viene effettuata tramite discretizzazione ed uso di caratteri di stampa normali.
Esiste peraltro la possibilità di utilizzare in alcune stampanti caratteri predeterminati grafici ed in altri modelli esistono possibilità plottanti che permettono di eseguire grafici in maniera continua.

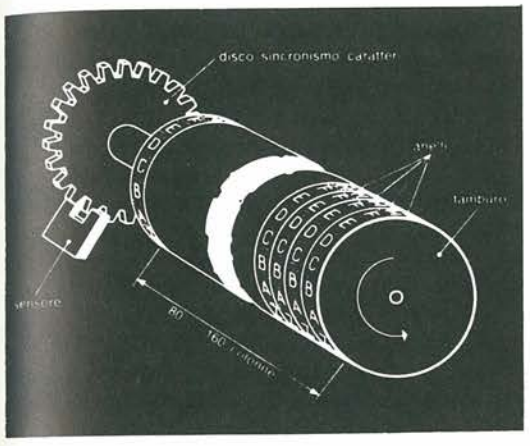
Fig. 117 - I livelli di grigio tramite una stampante possono essere ottenuti mediante la sovrapposizione di diversi caratteri di stampa sino a rendere completamente pieno il singolo carattere.
Le tonalità mostrate in figura, vengono comunemente utilizzate in programmi che forniscono output da stampante.
Con opportune riduzioni fotografiche l'effetto dei grigi aumenta in modo tale da rendere migliore la lettura dell'immagine finale.

Fig. 118 - La figura rappresenta una mappa con i territori comunali della regione Calabria realizzata mediante stampante. I confini comunali sono stati lasciati bianchi alfine di facilitare la lettura della mappa quando in comuni adiacenti si raggiunge la stessa tonalità di grigio, proporzionale al valore toccato dal parametro sotto studio: in questo caso la densità di popolazione. L'immagine è stata realizzata come descritto in fig. 117, tramite stampante a tamburo.
(Immagine cortesemente fornita dalla Tecnocasa S.p.A.)

Fig. 119 - Schema di principio del funzionamento della stampante a tamburo.

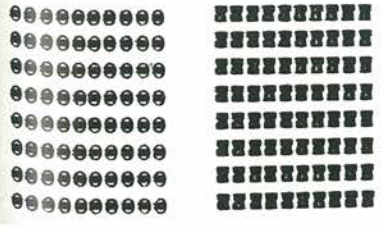


117



118

GRAY SCALE 5 GRAY SCALE 6

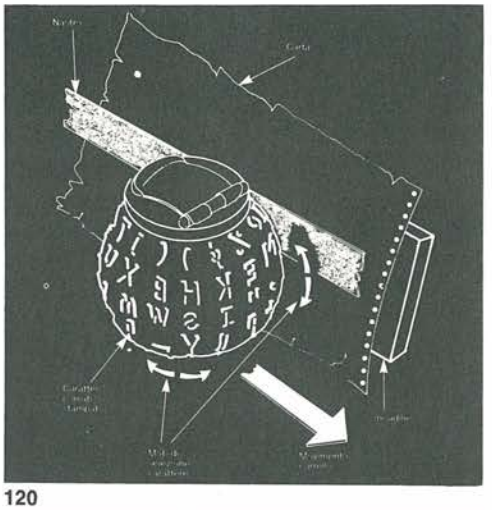


119

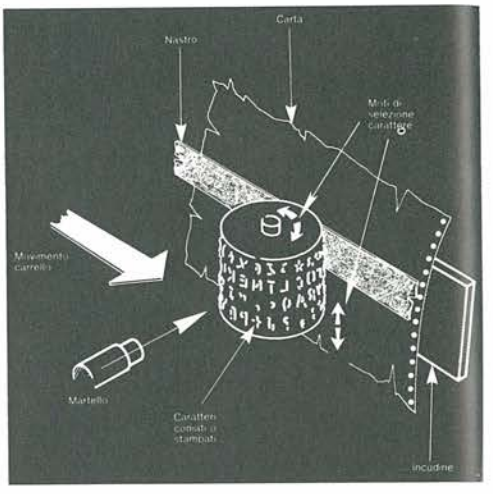
Nelle stampanti a sfera, i caratteri sono disposti sulla superficie di una sfera e tutti i caratteri sono posizionati sulle intersezioni dei meridiani con i paralleli. La selezione del carattere è ottenuta con sistemi elettromeccanici che agiscono sul moto angolare e sul moto di livello. Tali stampanti sono di tipo seriale (fig. 120).
Nelle stampanti a cilindro, anche esse di tipo seriale, i caratteri sono contenuti su di un cilindro su diverse circonferenze. La selezione del carattere è la risultante dei moti angolari e di livello (fig. 121).
Le stampanti a margherita hanno i caratteri coniati su supporti meccanici montati su lamine elastiche (fig. 122 e 123).

Le stampanti del tipo a matrice sono caratterizzate dall'avere come elemento base di scrittura un piccolo punto (generalmente 0.4 mm. di diametro). Il set grafico è all'interno di una matrice comunemente di sette punti di altezza per cinque di larghezza; il carattere si ottiene scegliendo opportunatamente gli aghi all'interno della matrice. La testina di stampa ha una colonna verticale di sette aghi ed è portata da un carrello che trasla parallelamente alla linea di stampa ad una velocità costante (fig. 124).
La stampa è di tipo al volo e gli aghi urtano la carta con una energia impressa da altrettanti elettromagneti pilotati da circuiti elettronici.
Un set grafico di 128 caratteri è contenuto in memoria.
Quando la prima delle cinque colonne che compongono il carattere è selezionata, sono generati da uno a sette segnali ed inviati agli elettromagneti. L'operazione si ripete per tutte le colonne della matrice e per ogni carattere (figg. 125 e 126).

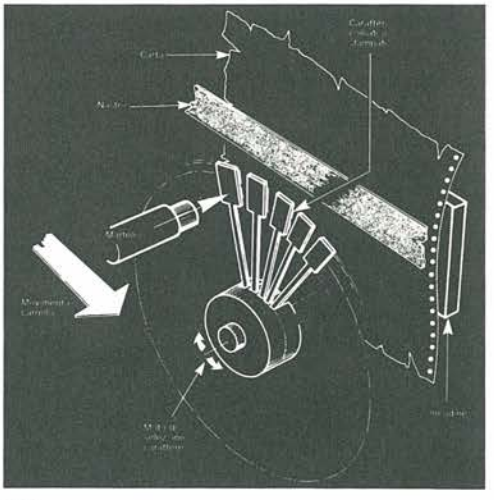
Esistono ovviamente altri tipi di stampanti che non fanno uso di un nastro inchiostrato per lasciare la forma del carattere sulla carta, ma producono il carattere stesso mediante tecnologie diverse.
Le stampanti termiche, anche esse sono di tipo seriale, stampano ciascun carattere riscaldando elettricamente una matrice di punti secondo la configurazione voluta. Utilizzando una carta sensibile al calore è possibile ottenere il carattere sulla carta. La



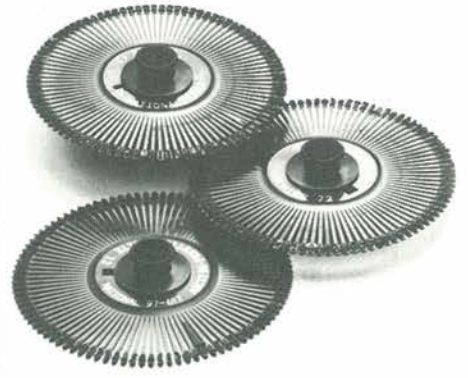
120



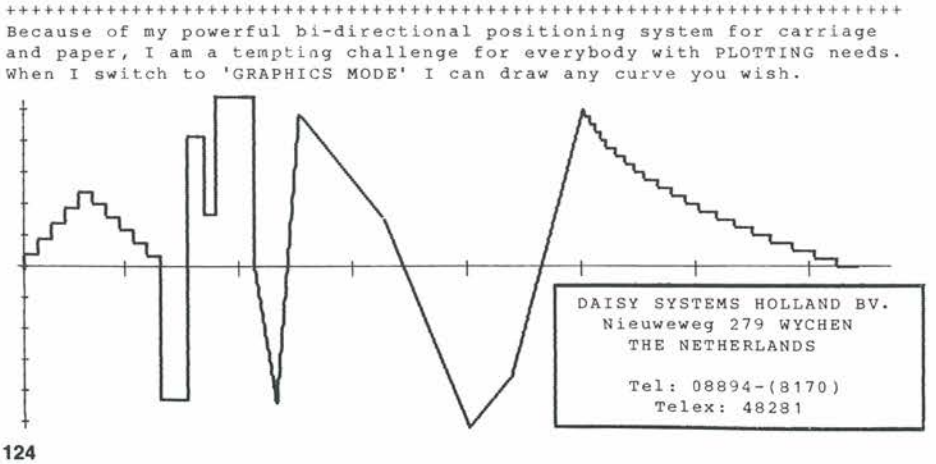
121



122



123



124

Fig. 120 - Stampante a sfera.

Fig. 121 - Stampante a cilindro.

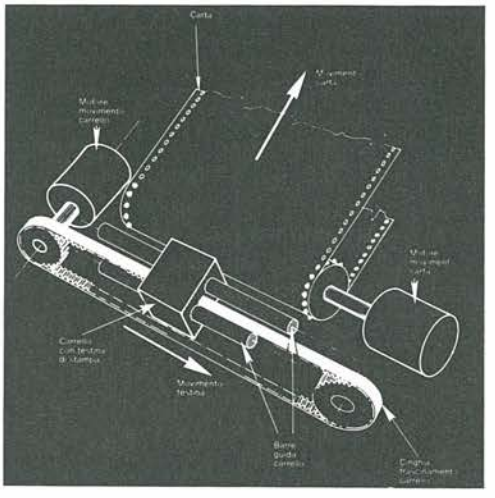
Fig. 122 - Schema di principio del funzionamento della stampante a margherita.

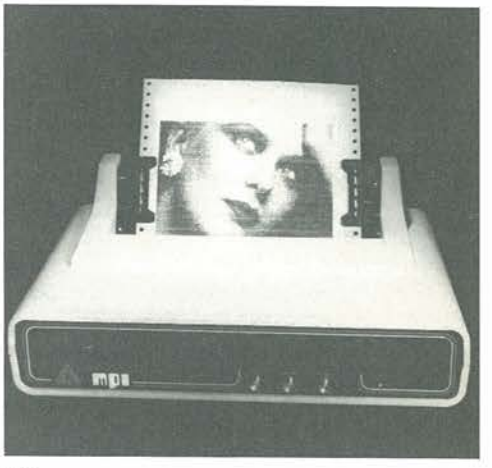
Fig. 123 - La figura mostra i supporti meccanici, margherite, dai quali il tipo di stampante prende il nome. Esse sono intercambiabili offrendo la possibilità di più sets di caratteri.
La figura mostra anche le caratteristiche grafiche di una stampante a margherita nell'esecuzione di un testo e diagramma.

Fig. 124 - Schema di principio del funzionamento delle stampanti seriali.

Fig. 125 - Le stampanti possono essere fornite dei così chiamati "trattori": elementi meccanici che fanno avanzare la carta in accordo ai fori laterali su di essa presenti. Qualora i trattori non siano presenti l'avanzamento della carta avviene per frizione, come nelle normali macchine da scrivere. L'uso dei trattori assicura una maggiore precisione nell'avanzamento della carta mentre la loro assenza o esclusione permette l'inserimento anche di un foglio singolo.
Esistono in tal senso molti tipi di stampanti per le utilizzazioni più diverse.
La figura mostra una piccola stampante da tavolo, seriale, a matrice di punti, fornita di caratteristiche grafiche.
(Immagine per cortesia della MpI Inc. U.S.A.).

Fig. 126 - Esempio di immagine realizzata mediante stampante a matrice di punti senza caratteristiche grafiche. La possibilità di utilizzare carta normale e la qualità della matrice di stampa rendono il prodotto particolarmente utile in alcune applicazioni nelle quali non è condizionante avere un disegno in continuo.





125

126

Fig. 127 - Esempio di output da stampante termica a sinistra e di stampante a matrice con caratteristiche grafiche a destra.
L'immagine è stata realizzata con microcomputer Apple 2.

Fig. 128 - Esempio di output da stampante elettrostatica.
Quasi tutte le stampanti di questo tipo possono anche essere usate come semplici plotters.

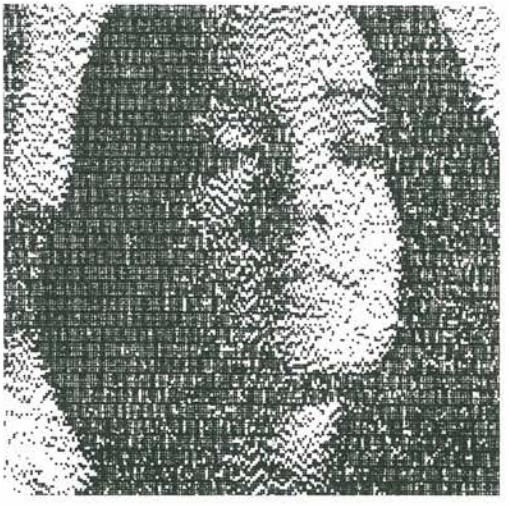
testina termica si muove orizzontalmente alla carta mentre la carta viene trascinata (fig. 127).

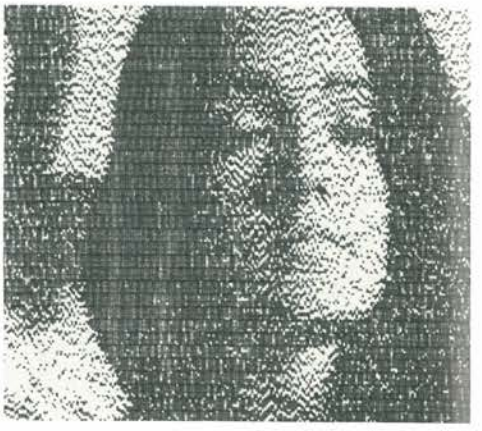
Le stampanti elettrosensibili usano una carta sensibile alle variazioni di voltaggio. Il carattere viene prodotto tramite il passaggio di una corrente attraverso la punta di uno stilo in una testina scrivente. La carta usata è coperta da uno strato di alluminio che si vaporizza all'applicazione del voltaggio. Anche se costosa, tale carta fornisce notevole affidamento dal punto di vista della resistenza al calore ed alla umidità. D'altra parte il fatto che la superficie di scrittura non sia generalmente bianca può comportare problemi di leggibilità specie in particolari condizioni di luce.

Le stampanti elettrostatiche sfruttano la tecnologia di applicare una carica in punti determinati della carta ricoperta da un dielettrico; una volta elettrizzata, la carta viene fatta passare in presenza di un toner del quale si ricopre.
Le stampanti elettrostatiche (come quelle termiche) possono venire utilizzate come plotters a basso costo qualora siano abilitate a gestire singolarmente i punti della matrice di stampa (fig. 128).

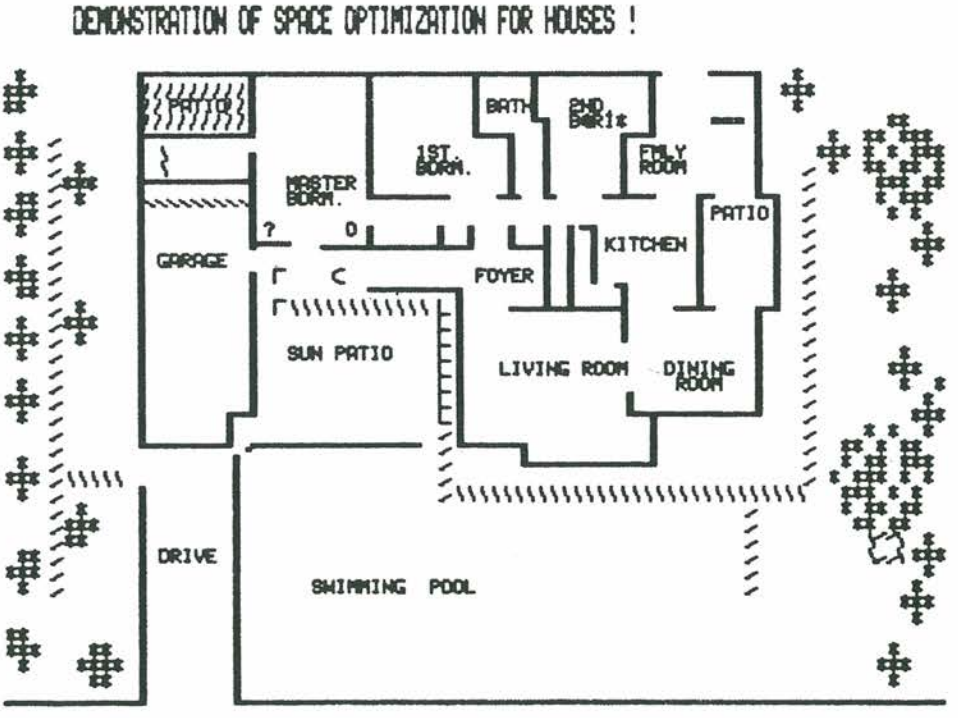
Esistono poi altri tipi di stampanti in fase di avanzata sperimentazione, di messa a punto, oppure già in funzione per scopi particolari.

Le stampanti a plasma, quelle a getto di inchiostro e quelle a laser.
Nelle stampanti a plasma un flusso di polvere di inchiostro caricata negativamente lambisce la superficie della carta, gruppi di elettrodi puntiformi posti di fronte ad essa sparano ioni positivi che trascinano le particelle di inchiostro di segno opposto e le imprimono sulla carta. Attivando selettivamente gli elettrodi si possono stampare per punti caratteri e grafici (nota 23).





127



128

(nota 23) Confronta Franco Filipazzi - l'Evoluzione dell'Informatica aspetti tecnologici - 2° Convegno di Aggiornamento sulla informatica per i giornalisti scientifici italiati, St. Vincent, 23 sett. 1977.

Le stampanti a laser sono da considerare sicuramente tra le più veloci stampanti a disposizione sul mercato.
Nel 1980 raggiungevano la velocità di stampa di 350 linee di stampa al secondo, ma è attendibile che ad oggi siano in fase di avanzata sperimentazione stampanti con possibilità maggiori.
Un raggio laser, in queste apparecchiature, stampa i dati su un tamburo ruotante; il tamburo trasferisce il toner sulla carta per ottenere la pagina stampata. Su alcune di queste stampanti si è ultimamente accesa una grande polemica poichè è stato rilevato che alcune sostanze utilizzate per fissare la stampa sono altamente pericolose.

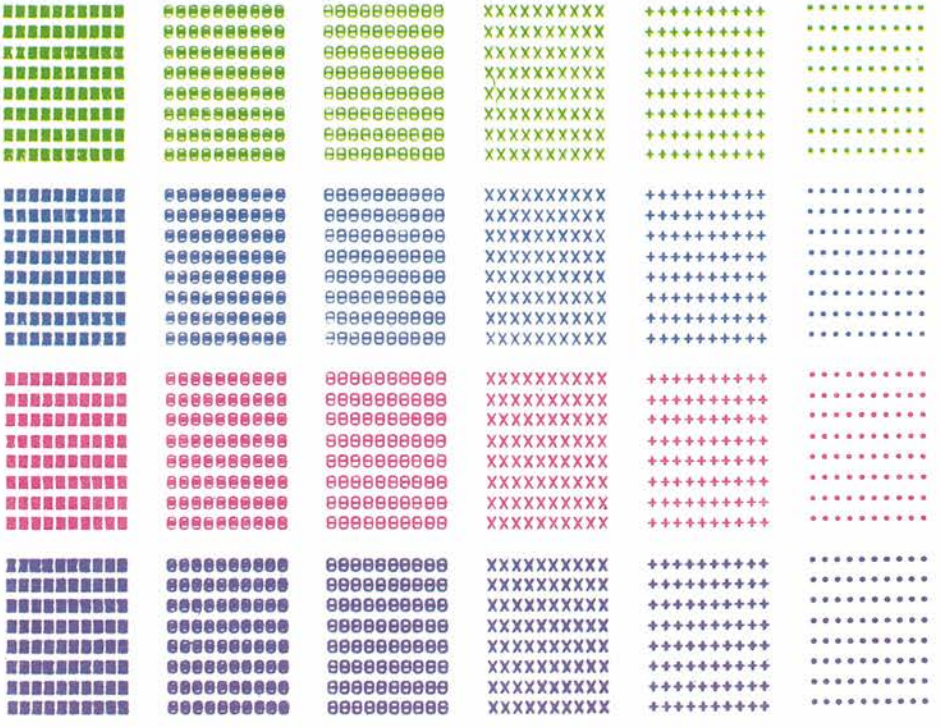
Anche le stampanti a getto di inchiostro sono tra le più recenti realizzazioni nel settore. Esse sono di due tipi: a richiesta di inchiostro, o a getto continuo.
Quelle a richiesta, spruzzano inchiostro da alcuni aghi con lo stesso principio delle stampanti a matrice, mentre quelle a getto continuo funzionano in una maniera molto simile ai CRT (Cathode Ray Tube) guidando il getto di inchiosto come viene guidato il pennello di elettroni.

Si può stampare anche a colori su carta tramite stampanti. Il tipo di attrezzature che permettono di stampare a colori non sono oggi molto popolari ma certamente lo saranno sempre di più in futuro, in accordo al fatto che l'utente dei sistemi di elaborazioni dati, si sta sempre di più abituando al colore come sistema di comunicazione (figg. 129, 130, 131 e 132).
Le stampanti a colori fanno uso di un solo nastro fornito di diverse strisce di colore, oppure usano nastri diversi.
I diversi colori vengono ottenuti tramite passate successive e/o overprint, cioè stampa più volte sullo stesso carattere di differenti caratteri di stampa (vedi sistema delle tonalità di grigio fig. 117).
La stampa a colori è funzione del numero di colori utilizzati e delle passate che si devono fare per ottenere le combinazioni desiderate.

Fig. 129 - La figura mostra un elaborato realizzato su stampante IBM a tamburo, I vari colori e le tonalità di colore sono state realizzate mediante sostituzione del nastro inchiostrato e mediante overprint. L'immagine è stata realizzata nel 1978 presso il centro di calcolo di The Pennsylvania State University con un programma dell'ORSER (Office for Remote Sensing of Earth Resources); essa rappresenta la parte centrale della città di Roma (visibile in blu il fiume Tevere) ottenuta processando dati telerilevati dal satellite Landsat 2 (vedi Cap. 2°).
I vari colori ed i vari toni forniscono informazioni sulla utilizzazione del suolo (verde, verde alto, open spaces, costruito, etc.).
La figura mostra la stessa elaborazione di fig. 26 (realizzata a toni di grigio in accordo con la scala contenuta nella fig. 117).
È ovvio che il colore anche in questo caso fornisce maggiori informazioni che non le immagini in bianco e nero, sia per evidenziare elementi che altrimenti sarebbero difficilmente riconoscibili, sia per permettere una visione d'insieme dell'immagine facilitando l'esercizio di pattern recognition. Si noti ad esempio la macchia più chiara, a destra dell'ansa del fiume Tevere, è Villa Borghese, la stessa è campita di verde nella edizione a colori risultando così molto più leggibile anche non conoscendo la situazione reale del terreno.

Fig. 130 - I colori e le tonalità di colore delle fig. 129 sono state ottenute con la riportata scala di intensità di toni per ciascuno dei colori usati.

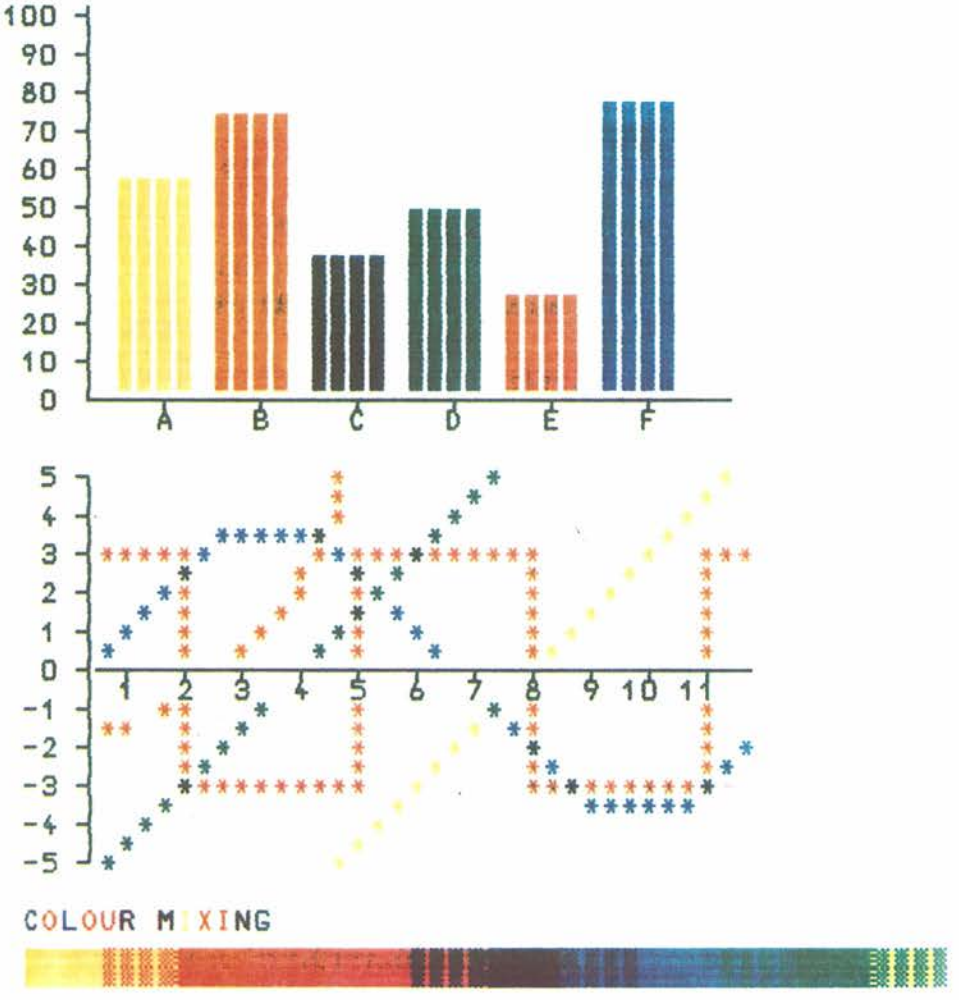
129

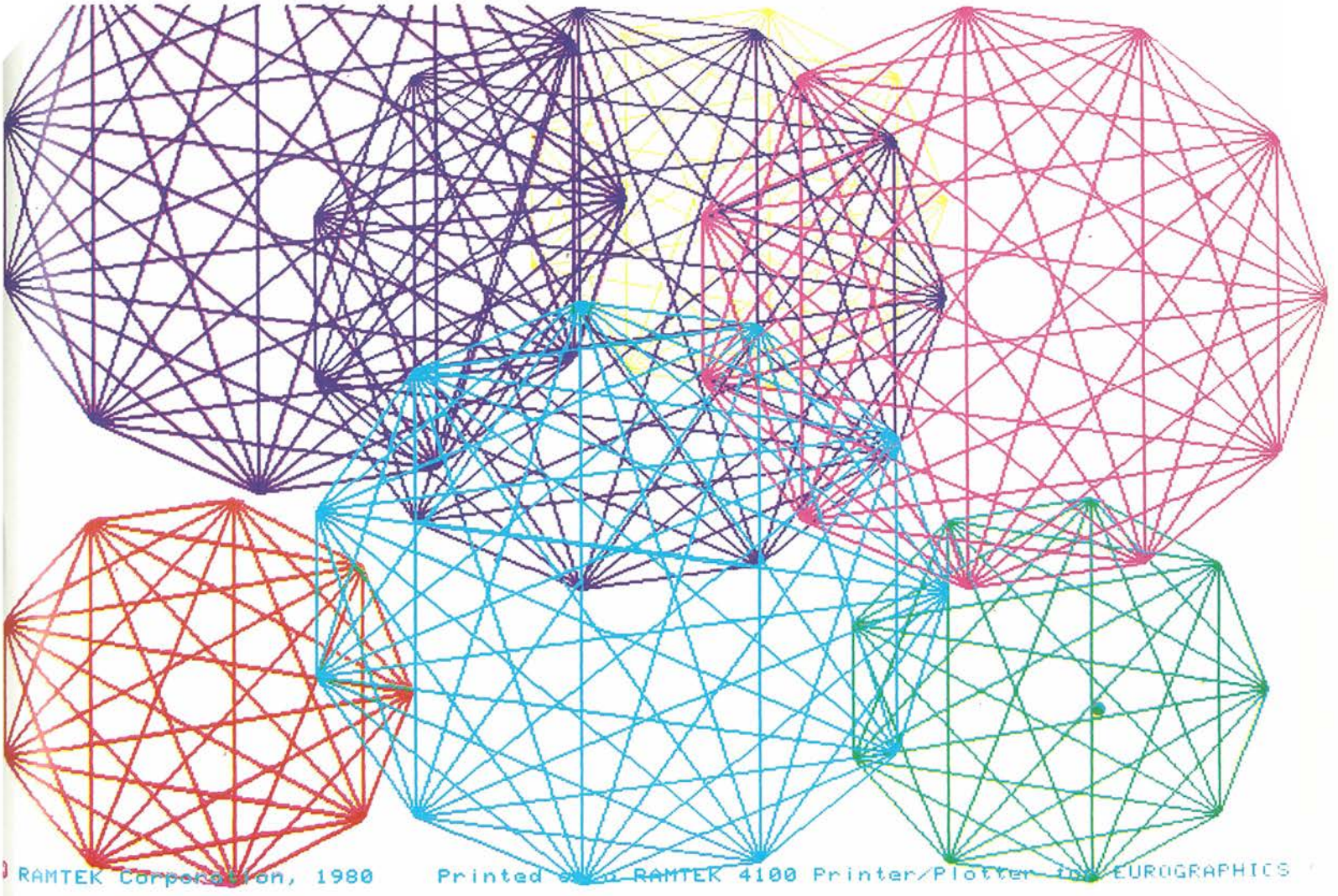


130

Fig. 131 - Output da stampante a colori a matrice di punti 9 x 9, che utilizza un nastro con tre fasce inchiostrate di colore diverso (giallo, magenta e ciano). Ogni colore è presentato in maniera sequenziale sulla stessa riga: ciò significa che una riga contenente tutti e tre i colori deve essere percorsa dalla testa scrivente per tre volte consecutive, il verde ad esempio è ottenuto sovrapponendo il giallo ed il blu.
(Immagine gentilmente concessa dalla Integrex Inc. - USA).

Fig. 132 - Output da stampante a colori con caratteristiche di plotter. La stampante è del tipo a matrice di punti ed il singolo punto utilizzabile per il plottaggio ha un diametro di 0,02 inch. Questo permette di avere grafici non estremamente accurati ma molto significativi.
La produzione di una singola pagina standard si realizza in circa tre minuti.
(Immagine gentilmente fornita dalla SAGA srl, stampante della Ramtek Corporation - USA).




RAMTEK Corporation, 1980
Printed on RAMTEK 4100 Printer/Plotter for EUROGRAPHICS

132

4.2
Attrezzature di output - il terminale video grafico

Fig. 133 - Le famiglie dei videografici possono esser schematizzate combinando i due sistemi di creazione dell'immagine (a vettori ed a scansione) e del mantenimento dell'immagine (a memoria ed a rinfresco). In ciascuna delle famiglie sono state elencate alcune delle più note case produttrici di apparecchiature alfine di fornire al lettore un riferimento con il mercato attuale. Immagine da Machover Associates Corp. (Vedi bib. 36)

	STROKE	RASTER
STORAGE	TEK 4006 - $3K/10"D TEK 4010 - $5K/10"D TEK 4014 - $12K/19"D TEK 4016 - $20K/25"D IBM RPQ (3771)	NO COMMERCIAL PRODUCT
STORAGE	PLASMA MAGNAVOX $10K SAI INTERSTATE ELECTRONICS CAROLL MFG.	
STORAGE	SCAN CONVERTER, WRITE-SIDE HUGHES C-9 $10K PRINCETON M8500 $20K	
REFRESH	IBM 2250/3250 $50K VG 3400 E&S PICTURE II ADAGE/4000 $100K CDC 777 AYDIN 10,000"/SEC LUNDY IDI IDIIOM 20,000"/SEC	IBM 3279 DEC VT55, VS11, VSV11 CALCOMP/IGS500 TEK 4025/4027 HP 2647A, 2648A RAMTEK 3000/6000/9000 AYDIN 5214, 15, 17 AUSTIN SANDERS GRAPHIC 8 COMTAL* LEXIDATA GRINNELL* MEGATEK 7200 GENISCO 3 RIVERS DI ANZA* HAZELTINE* CONRAC ERDAS* ISC CHROMATICS STANFORD TECH* SPATIAL DATA* INTERPRETATION SYSTEMS* ADI AED $2000→$100,000 150X200→1000X1280
REFRESH	DEC VT11/GS40/60 $25K VG 3300 MEGATEK 5000/7000 $50K 3 RIVERS 6,000"/SEC SANDERS GRAPHIC 7 VECTOR AUTOMATION 10,000"/SEC	
REFRESH	IMLAC PDS-1,4 $9K DYNAGRAPHIC $20K IDI IDIgraf 4,000"/SEC HP 1350S	SCAN CONVERTER - READ-SIDE HUGHES, PRINCETON

133

*PRIMARILY IMAGING SYSTEMS

A che serve

La stampante, come la macchina fotocopiatrice, viene considerata la apparecchiatura che più delle altre negli ultimi decenni ha fatto aumentare spaventosamente il consumo della carta.

La produzione di carta stampata, cioè il consumo di carta, nei centri di calcolo, è spaventosa. Lo spreco è spesso dovuto ad un non attento uso del mezzo da parte degli utenti, alla mancanza di procedure interattive ed uso di terminali video, al mancato riciclaggio della carta (essa viene ad esempio generalmente usata da un solo lato).

È sicuramente una delle prerogative della computer grafica quella di limitare l'uso di carta stampata, graficizzando lunghe liste di dati in diagrammi densi di informazioni; è comunque da aspettarsi, dall'uso di procedure interattive e terminali video, un maggiore e più conveniente taglio dell'uso della carta.

Negli uffici il problema del consumo e la necessità della circolazione della carta, viene sentita in modo particolare. È ormai appurato che conviene inserire in un opportuno archivio di computer una comunicazione che possa essere richiamata da i vari uffici, sedi, etc. piuttosto che far stampare numerose copie e farle recapitare.

In alcuni campi poi, come l'aggiornamento di magazzini, di prezzi, etc. la necessità della tempestività è essenziale.

È conveniente quindi disporre di stampanti di dimensioni limitate, dedicate ad un numero limitato di utenti e di notevoli qualità per essere in grado di effettuare il word-processing (nota 24).

Il CRT (Cathode Ray Tube), cioè il terminale video, è stata la prima periferica utilizzata nella computer grafica interattiva.

L'enorme taglio nei costi dell'hardware fa certamente prevedere che esso sarà la periferica più usata nel prossimo decennio ed oltre. Le sue qualità miglioreranno e quelle attuali saranno ottenute sempre con costi minori in accordo con il crollo dei prezzi che ha contraddistinto l'hardware in questi ultimi anni.

Generalmente il terminale video grafico si presenta come un normale televisore: è dotato nella parte anteriore di tastiera con la possibilità di interagire con esso e con il computer ospitante (qualora ci sia). Il terminale può essere anche corredato di apparecchiature di input che possono trovare posto sulla tastiera o essere da essa separate (joystick, penna luminosa, track-ball, pannello sensibile al tatto, etc.) (nota 25).

Come è fatto?

Esistono vari tipi di terminali video grafici che usano tecnologie diverse per ottenere risultati diversi che più si adattano a quella o questa applicazione.

La fig. 133 rappresenta i diversi tipi di video tramite la combinazione di varie tecniche utilizzate per realizzare l'immagine sullo schermo e per mantenerla.

Per ottenere una immagine su un terminale video grafico infatti occorre innanzitutto produrla su di esso e poi mantenerla, in modo che possa essere fruita dall'utente.

Per produrre l'immagine sullo schermo esistono due tecniche: stroke e raster (nota 26).

Userò per individuare le due tecniche in italiano le parole per vettori e per punti. Le due tecniche sono completamente differenti ed ovviamente hanno ciascuna alcuni vantaggi e svantaggi; il loro uso specifico viene dettato dalle necessità dell'utente e dalla costituzione del sistema del quale il terminale è la periferica.

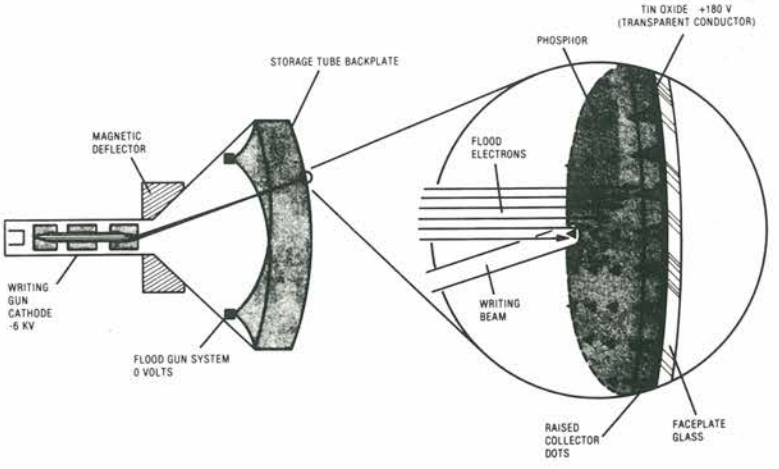
Nel sistema per vettori un qualunque carattere o immagine viene realizzato sullo schermo tramite l'indirizzamento sullo schermo di un fascio di elettroni che possono seguire traiettoie orizzontali, verticali ed inclinate: il fascio di elettroni colpendo lo

Fig. 134 - La figura mostra lo schema di funzionamento del tubo Tektronix a memoria di immagine. Il flusso di elettroni colpisce continuamente il fosforo: in assenza del pennello scrivente (di elettroni) il fosforo si mantiene al potenziale del catodo del flusso di elettroni (0 volt). Quando il pennello di elettroni colpisce il fosforo esso viene caricato e si dispone oltre una soglia atta a mantenere la carica e quindi l'immagine.
(Immagine cortesemente concessa dalla Tektronix Inc.)

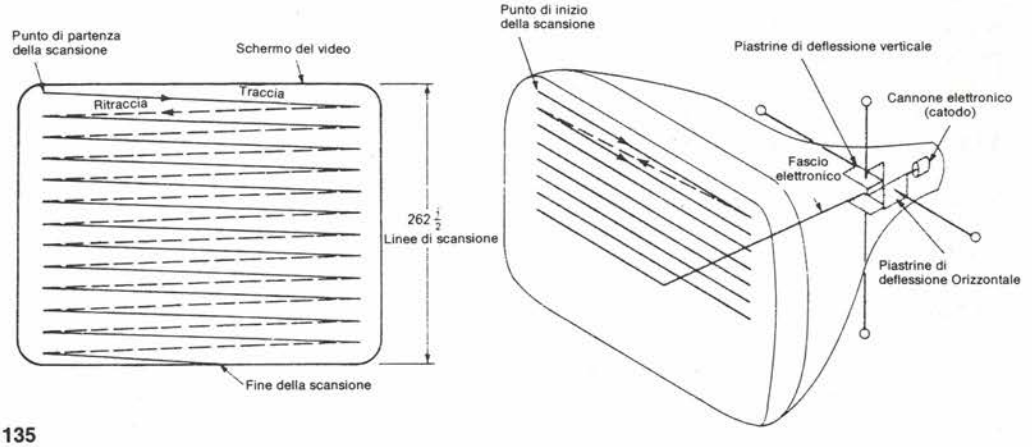
Fig. 135 - Schema di funzionamento del sistema raster scan.

schermo eccita i fosfori dai quali è ricoperto cosicchè l'utente di fronte ad esso "vede" ciò che è stato disegnato dal pennello di elettroni.
Non esiste limitazione all'indirizzamento del fascio di elettroni che può essere guidato in ogni punto dello schermo per ottenere il disegno desiderato.
Il sistema raster a scansione è invece molto simile a quello utilizzato nei televisori: in questo caso il fascio di elettroni prodotto dal video viene indirizzato sullo schermo con la possibilità di eccitare, e quindi rendere visibili da parte dell'utilizzatore, alcuni dots o pixels, cioè punti dello schermo che opportunamente selezionati formano di volta in volta il carattere desiderato o/e realizzano il disegno voluto.
Per mantenere l'immagine prodotta sullo schermo esistono altre due tecniche dette storage e refresh (nota 27).
Userò qui le notazioni a memoria ed a rinfresco di immagine.

Anche queste due tecniche sono profondamente diverse tra loro, combinandosi con le due precedenti creano i vari tipi di terminali video, la cui famiglia è rappresentata nella fig. 133.
Il sistema a memoria fa sì che una volta realizzato l'eccitamento dei fosfori sullo schermo, esso venga continuamente mantenuto ed insieme ad esso il disegno realizzato sul terminale.
Qualora un disegno voglia essere cancellato, ed un altro prodotto, si vedrà apparire un lampo ed il disegno superato scomparirà mentre lo schermo si appresterà per il nuovo.
Il CRT, che fa uso della tecnica a mantenimento della immagine, (storage) fu inventato nella ultima parte degli anni '50 e dapprima utilizzato in apparecchiature quali gli oscilloscopi. Negli anni '60 fu poi introdotto sul mercato dei terminali video grafici per computer, con la sigla DVST (Direct View Storage Tube).
Il DVST contiene un pennello scrivente, un sistema di emissione di elettroni, ed uno schermo che viene colpito (fig. 134).
Il sistema a rinfresco realizza invece un eccitamento periodico dei fosfori. Il pennello di elettroni spazzola periodicamente lo schermo (fig. 135) dall'alto in basso e da sinistra a destra rinfrescando l'immagine con una frequenza tale che essa appare all'utente fissa. Si crea in definitiva una illusione ottica, la frequenza con la quale lo schermo viene rinfrescato (30 Hz), cioè trenta volte al secondo) è tale che l'occhio non è in grado di accorgersi del periodo morto tra un passaggio e l'altro del pennello di elettroni.
La fig. 133 rappresenta un quadro riassuntivo ed esplicativo delle varie tecnologie e tipi di prodotti esistenti nell'ambito dei terminali videografici: in ascissa sono distinte le due teniche in uso per ottenere l'immagine sullo schermo per vettori ed a scansione, mentre in ordinate vi sono le due tecniche



134



135

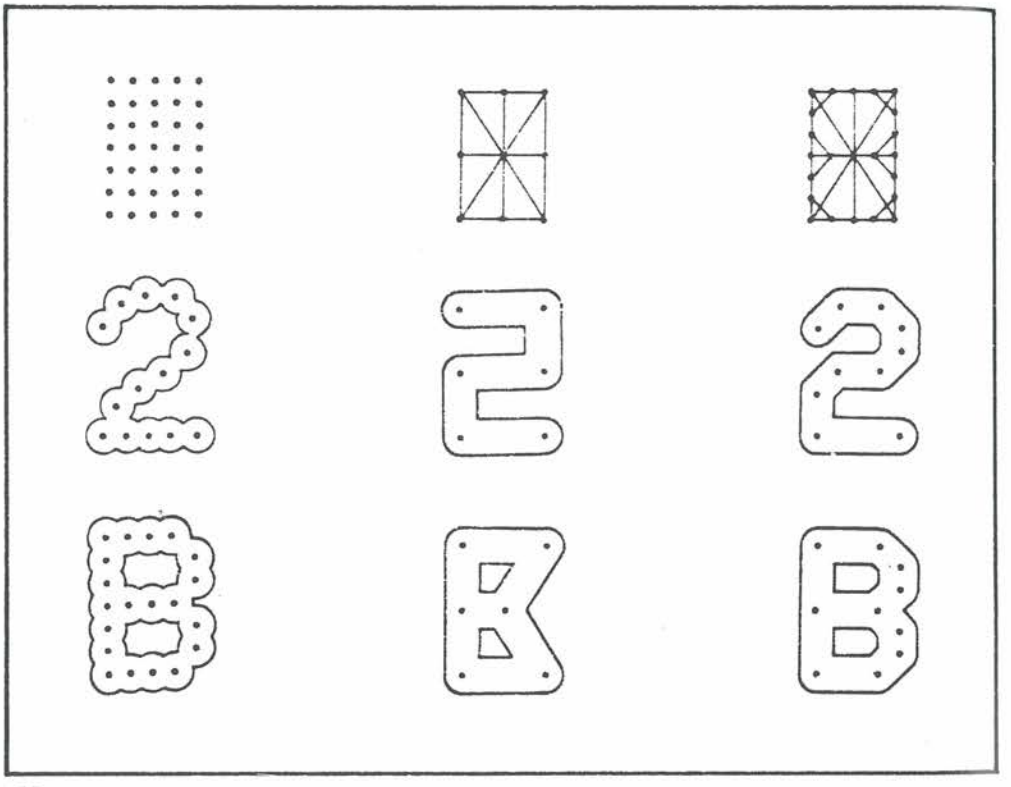
(nota 24) Word-processing, o come oggi si preferisce chiamare information processing, è quella tecnica di immagazzinamento ed editing della informazione scritta tramite computer che permette di operare su testi al fine di ottenerne copie su carta.

(nota 25) Il nome e la traduzione che di volta in volta si può usare, dipende da che cosa si intende, da come il terminale crea l'immagine etc. Le traduzioni dei singoli vocaboli della lingua inglese si trovano nel glossario, in questa parte della trattazione si userà il termine terminale video grafico come notazione generale.

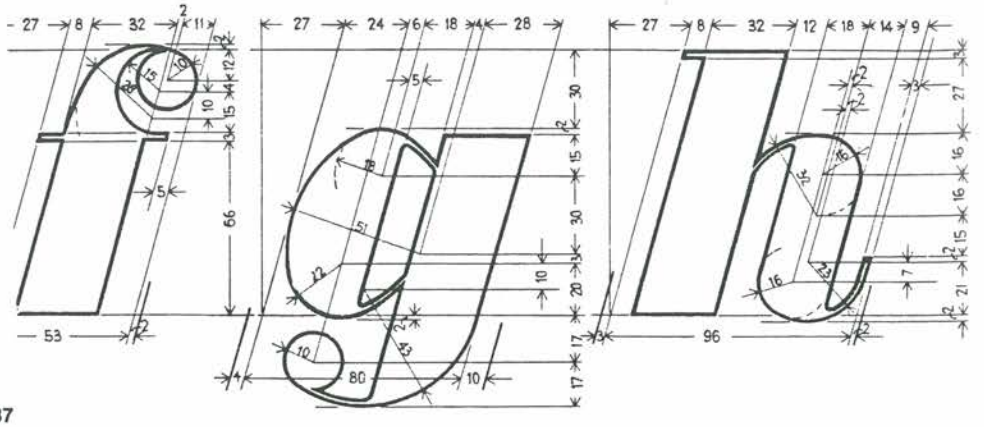
(nota 26) La traduzione letterale di stroke è colpo. La traduzione letterale di raster è rastrello, griglia.

(nota 27) La traduzione letterale di storage è conservazione, immagazzinamento, quella di refresh, è rinfresco, riattivazione.

per mantenere la immagine sullo schermo: a memoria ed a rinfresco di immagine.
L'unica casella che rimane senza contenuto è quella contraddistinta dalla tecnologia della scansione e del mantenimento della immagine per memoria. Non esistono infatti prodotti commericali di tale tipo.
Per quanto riguarda la casella 1, in essa trovano posto i vari apparati prodotti e commercializzati dalla Tektronix; a tal proposito è da notare che altre case produttrici di sistemi video grafici interattivi fanno uso di tubi Tektronix ma ovviamente si limitano per quanto riguarda il display ad usare la tecnologia già menzionata.
Per quanto riguarda la tecnologia di display, a scansione ed a rinfresco, la maggior parte delle ditte produttrici di apparecchiature per computer grafica, devono essere fatte ricadere in tale classe: da quelle che offrono sistemi più sofisticati e costosi, sino ai prodotti che, usando personal computers, danno la possibilità di fare alcuni esercizi, spesso onorevoli, di computer grafica.
Per quanto riguarda la tecnologia del display che utilizza il sistema a vettori per produrre immagini e quello a rinfresco per il mantenimento della immagine stessa, occorre dire che essi sono sistemi particolarmente sofisticati con la possibilità di indirizzare il fascio di elettroni direttamente al punto nel quale si vuole produrre l'immagine, senza quindi che esso percorra e scandisca tutto lo schermo, ed in grado di rinfrescare i fosfori eccitati periodicamente in modo da fare apparire l'immagine fissa.
I pannelli a plasma (vedi fine paragrafo) si fanno in generale ricadere nell'ambito della prima casella (per vettori/a memoria) anche se fanno uso di una tecnologia particolare; nella stessa classe peraltro si comprendono anche i sistemi "scan converter".
Essi sono apparecchiature abbastanza particolari: l'immagine viene memorizzata su un target all'interno del CRT e quindi riprodotta su un video di tipo televisivo.
Essi permettono la cancellazione parziale della immagine.
Le differenze tra i diversi tipi di terminali videografici sono molteplici, alcune facilmente individuabili altre di più difficile valutazione dall'utente non molto esperto.



136

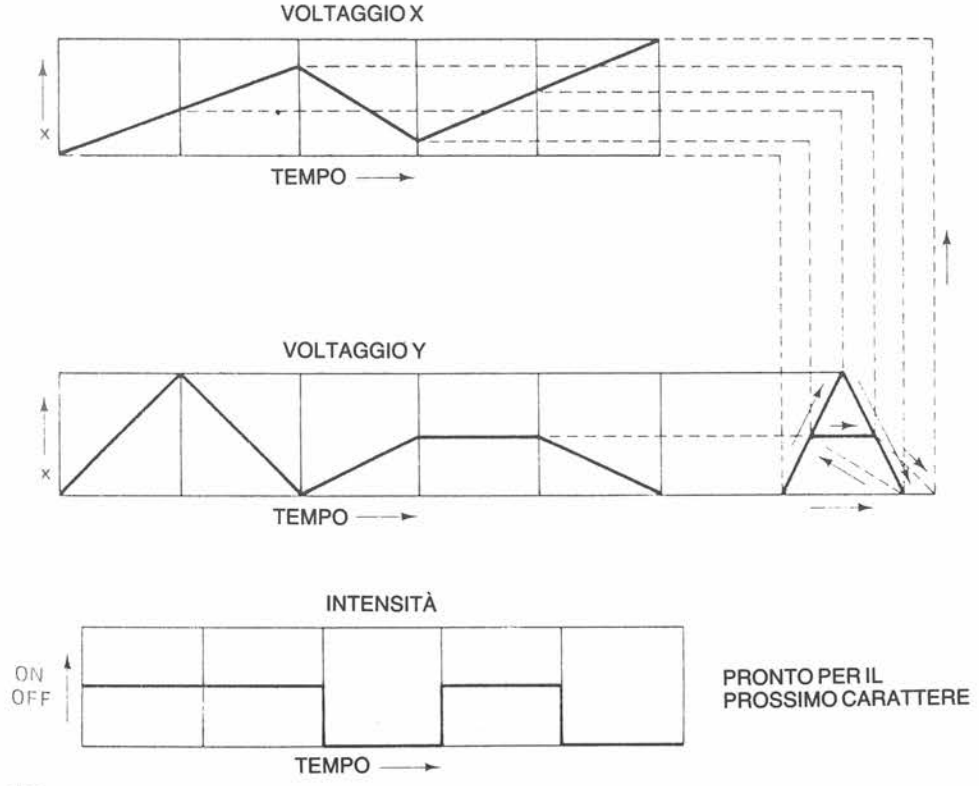


137

Fig. 136 - La prima colonna utilizza nella formazione dei caratteri il sistema del raster scan: vengono illuminati i punti di una matrice per formare il carattere desiderato.
La seconda e terza colonna sono esempi della tecnologia Starbust: vengono accesi solo alcuni dei vettori disponibili per ciascun carattere.

Fig. 137 - Disegno di caratteri grafici su carta.

Fig. 138 - La figura mostra l'andamento nel tempo del voltaggio delle piastrine di deflessione per l'asse x e l'asse y, e dell'intensità conferita al pennello di elettroni per la creazione sullo schermo della lettera A nel sistema stroke (per vettori).



138

Un buon esempio per chiarire come ciascun dei due tipi di creazione dell'immagine (a scansione e per vettori) funziona è mostrato dalla fig. 136.
Il generare un carattere sullo schermo, equivale a fare un disegno,
Usando la tecnica a scansione, si ha generalmente a disposizione una matrice di cinque punti in orizzontale e sette in verticale oppure sette per nove; ogni punto corrisponde ad un bit cioè può essere acceso o spento (vedi fig. 136) si può così ottenere ogni tipo di lettera. È ovvio che nei terminali che usano tale tecnica si ha una mappa per bit della parte di memoria dedicata allo schermo ed ogni punto dello schermo può essere acceso o spento indipendentemente dall'altro.
È però da tenere in conto l'impiego di memoria richiesto a tale sistema: poichè il fosforo deve essere rinfrescato periodicamente deve essere tenuta in memoria la mappa seguendo la quale il pennello di elettroni deve comporre il disegno sullo schermo. Quello che una volta era un problema di costi con il calo notevole dell'hardware risulta oggi vantaggioso.
La figura 136 rappresenta un carattere prodotto mediante una matrice di punti, e due caratteri prodotti mediante il metodo Starbust (Stella esplosa). Il metodo Starbust è ora quasi del tutto abbandonato nei moderni terminali; è un metodo stroke, cioè a vettori ma con posizioni di vettori preconfezionate.
Nella figura 136 per i due caratteri Starbust presentati si hanno 16 posizioni di stroke possibili per il primo e 32 per il secondo. Il carattere appare poichè ogni vettore componente risulta essere acceso o spento, in accordo con il valore del bit che lo descrive.
Il sistema Starbust è stato abbandonato perchè impiegava troppo tempo per scrivere un carattere e per la povertà della grafica ottenibile nel disegno del carattere (fig. 137).
Il principio stroke invece genera il carattere producendo differenti voltaggi sulle piastrine di deflessione x, y alle quali è sottoposto il pennello di elettroni che viene acceso o spento secondo che il tratto di carattere debba apparire o no (fig. 138). La velocità in tal modo risulta essere elevata (circa 10

microsecondi per carattere) e la qualità ottima.
Nella tecnica a scansione, il disegno del carattere, può apparire in accordo alla matrice (5 x 7), (7 x 9) etc., più o meno approssimato soprattutto nelle curve quando l'area di sovrapposizione dei punti diminuisce. Questo dipende ovviamente dalla risoluzione del terminale più sono i punti indirizzabili sullo schermo, maggiore è la risoluzione del disegno che si ottiene.
I punti indirizzabili sullo schermo dipendono dal tipo di terminale e per lo stesso terminale dal tipo di configurazione scelta. Terminali di largo uso in videografica hanno 512 x 512 punti o 1024 x 1024 punti disponibili.
Nel caso dell'uso della tecnica a scansione con matrice 5 x 7 i bits devoluti ad ogni carattere ASCII sono 35: essi vengono interpretati dalla parte logica del terminale per determinare se il pennello di elettroni deve essere acceso o non all'istante nel quale esso passa per il punto cui il bit si riferisce.
Usando la tecnica a vettori, il carattere viene generato dai movimenti sullo schermo del pennello di elettroni. Nel caso però di generazioni di caratteri alfanumerici e di alcuni grafici si usa anche fare apparire sullo schermo caratteri precedentemente generati e "sparati" direttamente sul fosforo.
I tubi DVST più moderni e più sofisticati, fanno uso di ambedue le tecniche di generazione dei caratteri.

Nei tubi a memoria una volta colpito il fosforo disposto sullo schermo, e quindi acceso dalla differenza di potenziale ad esso applicata dal pennello di elettroni, la luce emessa da ogni singolo punto sullo schermo comincerà a diminuire, dipendendo il tempo di decadimento dal tipo di fosforo (cfr. Cap. 3°.3) e dalla qualità del video; il processo di spegnimento continuerà sino a quando l'immagine scomparirà completamente. Essa sarà solo spenta ma non dimenticata perchè in realtà essa è ancora presente sullo schermo e basterà generalmente premere una qualunque chiave della tastiera perchè essa riappaia.
È ovvio che nei tubi a memoria, per cancellare una parte del disegno è necessario cancellare tutto il disegno. È questa infatti insieme alla possibilità di animazione, la principale caratteristica che differenzia tra loro i tipi di tubo esaminati.
La cancellazione parziale e l'animazione, sono oggi possibili solo su tubi CRT a rinfresco di immagine.
La cancellazione parziale dell'immagine è possibile poichè si può intervenire a livello di bit sulla costruzione dell' mmagine cioè a livello di pixel sullo schermo. L'animazione è possibile in quanto oltre alla predetta caratteristica di gestione della mappa di memoria relativa allo schermo l'immagine viene rinfrescata 30 volte al secondo e quindi può essere modificata trenta volte al secondo.

Il panorama delle attrezzature disponibili per i video grafici è notevolmente lato, ed ovviamente ciascuna delle attrezzature, in accordo con le caratteristiche presentate, ha vantaggi e svantaggi.
Un metodo per effettuare una scelta, una volta conosciute bene le necessità dell'utente, cosa in generale non facile, può essere quello di considerare le limitazioni di ciascuna delle tecnologie.
Le caratteristiche limitative che conviene esaminare sono il flickering, la possibilità della animazione, della cancellazione parziale, del colore, dei livelli di grigio e del costo della copia dello schermo.
Si individua con flickering quella limitazione del video grafico dovuta al tremolio o sobbalzo continuo della immagine sullo schermo. Tale problema è particolarmente fastidioso anche per un osservatore casuale, ma è poi impossibile da sostenere per un operatore che debba applicarsi per lungo tempo davanti allo schermo. I problemi di tremolio della immagine sul display possono derivare da due fattori: un cattivo funzionamento della periferica, oppure dal fatto che la memoria del CRT non è abile a rinfrescare tutta la immagine senza che l'occhio umano se ne accorga (si ricordi che l'immagine viene ritenuta dall'occhio per 70 millisecondi). Gli unici video grafici che possono avere questo problema sono quelli che usano le tecnologie stroke-refresh (per vettori ed a rinfresco). Ne sono completamente esenti tutti gli altri.
Per quanto concerne la qualità della immagine, ne può essere parametro di giudizio la quantità di linee che si riescono a risolvere sullo schermo: al primo posto ci sono i display che fanno uso della tecnologia a memoria di immagine, e quelli per vettori a rinfresco ed alcuni tipi di display a rinfresco ed a scansione di altissima qualità. Tutti gli altri giacciono in condizioni medie variando da modello a modello.

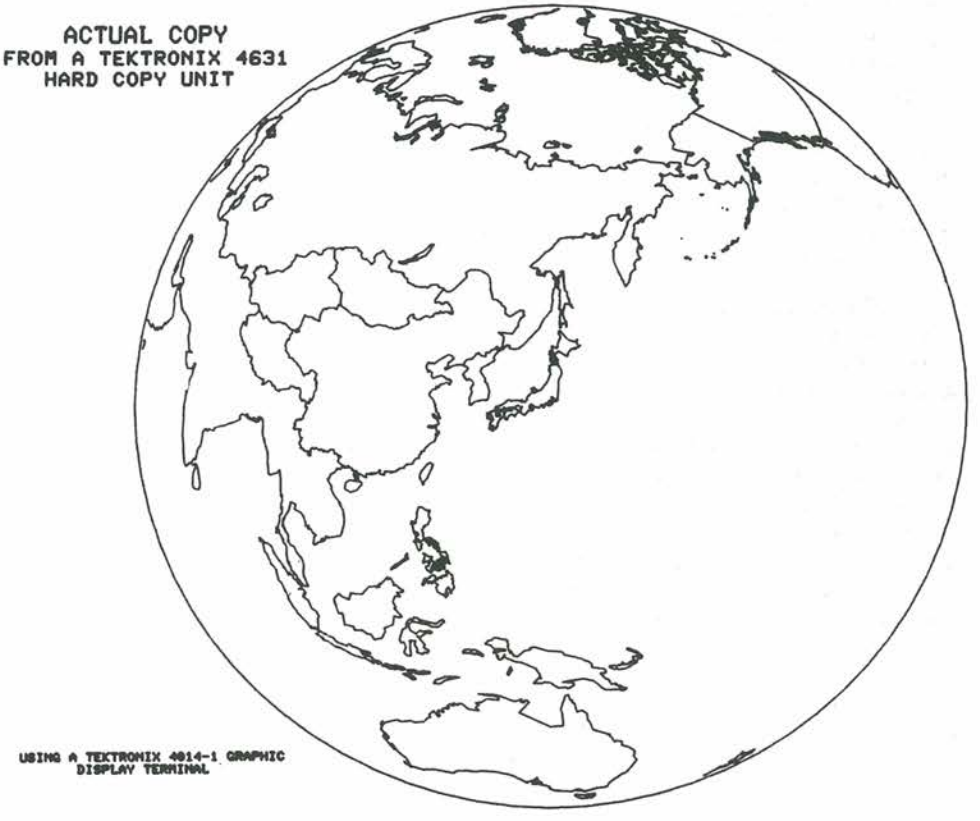
La qualità della immagine di un terminale video grafico dipende da diverse caratteristiche costruttive. È importante per la qualità della immagine la deformazione cui l'immagine stessa viene sottoposta ai bordi dello schermo: distorsione.
In genere maggiore è il numero di pixels, che si possono indirizzare su di un terminale maggiore è la definizione della immagine: risoluzione.
Nel caso di videi a rinfresco di immagine i costruttori forniscono il numero di punti indirizzabili sullo schermo (512 x 512, 1024 x 1024, etc.).
Nel caso di videi a mantenimento di immagine, (DVST, Plasma) la risoluzione è funzione del tipo di fosforo impiegato sullo schermo, del pennello di elettroni (diametro del fascio incidente) e della sua indirizzabilità.
Per quanto riguarda la possibilità di cancellazione parziale della immagine, tutti i displays lo permettono tranne quelli a memoria di immagine (Storage, DVST). I colori sono permessi da tutti i display tranne quelli a memoria di immagine e quelli a plasma con la limitazione di quelli che usano la tecnologia per vettori ed a rinfresco, i quali sono in grado di mostrare solo un numero limitato di colori.

Oltre naturalmente al costo della apparecchiatura video il costo della copia dello schermo è un importante parametro per effettuare scelte ad hoc. A tal proposito occorre ricordare che può convenire conservare l'immagine dello schermo tramite un elaborato su supporto rigido (carta, pellicola, microfiche, etc.) che permetta sia la elaborazione della immagine stessa da parte della utilizzatore che la sua archiviazione, l'inclusione in rapporti etc. (nota 28).

I più bassi costi di produzione di copia sono per i video a memoria di immagine mentre i più alti sono per quelli a scansione.
Per quanto concerne la tecnologia DVST essa permette la applicazione di una apparecchiatura di output detta Hardcopy, (fig. 139) tramite la quale è possibile ottenere direttamente dallo schermo una copia di quanto viene mostrato dal display.
Esistono altri tipi di terminali che non sfruttano il principio dell'eccitamento dei fosfori da parte di un pennello di elettroni: sono i pannelli a plasma.
I pannelli a plasma si basano sul principio della ionizzazione di un gas, generalmente una miscela di due gas, la quale viene disposta e sigillata tra due pannelli di vetro, in forma di sandwich.
Ciasuno dei due pannelli di vetro contiene una griglia di elettrodi, in uno, disposti secondo l'asse x, e nell'altro disposti secondo l'asse y. Quando gli elettrodi x ed y ricevono energia a qualunque intersezione, il voltaggio che essi sviluppano fa si che il gas contenuto tra loro si trasformi in plasma ed emetta una luce pulsante ad alte frequenze. Questo fa si che il punto venga illuminanto e che la illuminazione appaia all'occhio umano perfettamente continua (fig. 140).
L'uso di miscele, quale il neon-argon, fa si che il colore mostrato sul terminale sia un arancio - rosso con una risoluzione, generalmente, in sessanta punti per inch.
I pannelli a plasma sono stati sviluppati soprattutto per le loro applicazioni militari e per particolari applicazioni civili.
Tra le loro principali caratteristiche sono da enumerare lo spessore del display, (fig. 140) circa sei centimentri, la mancanza di ogni problema connesso con la emissione di elettroni che contraddistingue invece ogni altra tecnologia del CRT, l'assoluta mancanza di problemi connessi con allineamento e distorsione dell'immagine sul terminale e la possibilità di uso in ambienti difficili ed eventualmente soggetti a shocks. Sono state tutte queste caratteristi-

Fig. 139 - La figura mostra un sistema di hardcopy da monitor a memoria di immagine ed un esempio di output da essa ottenuto. Il principio di funzionamento dell'apparecchiatura è basato sul rilevamento della differenza di potenziale dei vari punti dello schermo.
(Immagine cortesemente fornita dalla Tektronix Inc.)

139

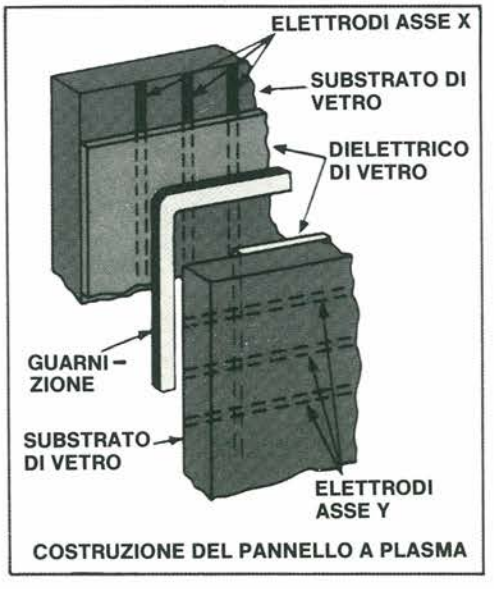


(nota 28) è accaduto che ditte si dotassero di molto semplici sistemi videografici e che producessero copie dello schermo per via fotografica per un costo di circa 1/1500 del costo nominale dell'apparecchiatura!!!!

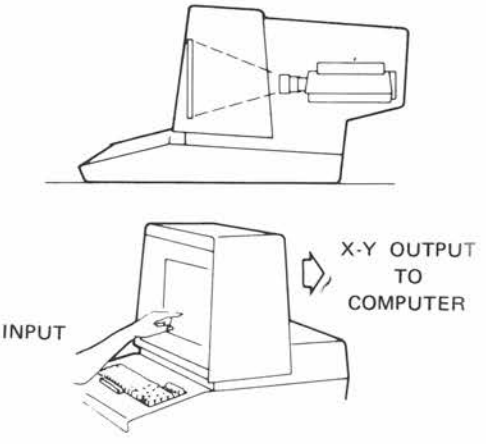
che che li hanno fatti preferire spesso nell'ambito militare.
La assoluta planarità del display permette poi un'applicazione esatta e perfetta di pannelli sensibili al tatto mentre la completa trasparenza del display permette di proiettare su di esso immagini e di avere contemporaneamente la interattività con esse (figg. 141 e 142).
Altre tecnologie sono oggi disponibili e probabilmente saranno sviluppate negli anni venturi per quanto riguarda i terminali video. Quella che fa uso ad esempio dei cristalli liquidi (L.C.) di largo uso su piccoli display, quali orologi calcolatori e calcolatrici tascabili (fig. 143).
I display a cristalli liquidi hanno oggi caratteristiche grafiche povere e sono lenti ma d'altra parte hanno le ottime caratteristiche di essere estremamente piatti, di richiedere una bassa potenza e di adeguarsi automaticamente alle condizioni di luce dell'ambiente.

I terminali video grafici a colori

Più volte si è detto che una immagine vale più di mille parole, la possibilità di colorare l'immagine permette di aumentare il potere informativo della descrizione e della immagine stessa.
È poi da considerare che la introduzione sul mercato della televisione a colori ha creato utenti sempre più abituati all'uso del colore e desiderosi di interagire con esso.
Il colore è quindi la caratteristica che oggi viene più richiesta nei terminali video grafici ed è quella nella quale molte case produttrici investono oggi risorse.
Anche per quanto concerne il colore grande importanza ha avuto il taglio dei costi di hardware che negli anni ha contraddistinto le apparecchiature elettroniche.
Si è visto che nel terminale video grafico a rinfresco di immagine viene sfruttata la lentezza dell'occhio nel percepire un'immagine, cosicchè essa ripetuta per trenta volte al secondo appare fissa. Nel terminale video grafico a colori (anche esso a scansione ed a rinfresco) viene sfruttata un'altra limitazione dell'occhio umano: il fatto di non potere distinguere i colori in certe condizioni. In particolare quando gli oggetti sono molto piccoli l'occhio distingue i colori in ma-



140



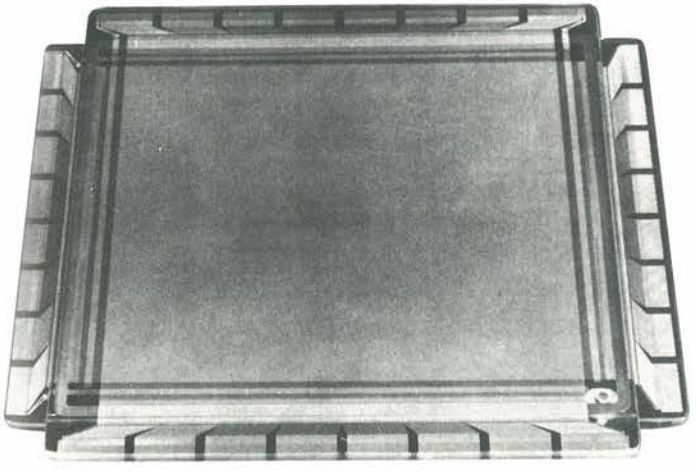
141

Fig. 140 - La figura mostra il principio costruttivo dei pannelli a plasma. Due pannelli di vetro contenenti gli elettrodi x ed y vengono giuntati tra loro mentre un gas viene immesso nella intercapedine così formata. Applicando energia agli elettrodi il punto di intersezione emette la luce che si fruisce sullo schermo. (Immagine cortesemente fornita dalla Interstate Electronics Corp.)

Fig. 141 - Lo schermo trasparente del pannello a plasma permette la sovrapposizione di outputs da computer con immagini proiettate otticamente sul pannello stesso. Questo modello di terminale video grafico, prodotto dalla Magnavox, usa un proiettore per diapositive (35 mm.), le immagini da proiettare vengono selezionate da tastiera. Su questo stesso modello di terminale può anche essere montato il pannello sensibile al tatto. (Immagine cortesemente concessa dalla Magnavox-Government and Industrial Electronics Corp.)

Fig. 142 - La figura mostra le dimensioni e come appare un pannello a plasma; il suo peso è solo 2,5 kg. e la temperatura alla quale può operare varia da – 60 a + 60 °C. (Immagine cortesemente concessa dalla Interstate Electronics Corp.)

Fig. 143 - Un pocket computer con display a cristalli liquidi.



142

143

niera inversamente proporzionale alla dimensione degli oggetti colorati. Cosicchè i colori dei piccoli dettagli colorati si mischiano tra loro e l'occhio vede un colore acromatico (fig. 144). Un'altra caratteristica che viene sfruttata nei televisori a colori, come nei terminali video grafici, è la non uguale sensibilità dell'occhio a tutti i colori.
La teoria oggi comunemente usata per lo studio della colorimetria, si basa su alcune considerazioni generali: la luce è composta di vari colori, in particolare la luce bianca può essere ottenuta sommando vari colori tra loro.
Il colore di un oggetto, cioè quello che noi fruiamo vedendo l'oggetto, viene riflesso; i rimanenti colori dello spettro della luce incidente, vengono assorbiti dall'oggetto illuminato cioè vengono sottratti dalla luce incidente (processo sottrattivo).
La colorimetria attuale si basa sugli studi e sulla teoria imposta da Young nel diciannovesimo secolo: la tricromia. Esistono tre colori fondamentali dai quali è possibile ricavare tutti gli altri, essi sono il rosso, verde e blu.
La colorimetria nacque proprio su questa teoria ed ha permesso lo sviluppo di tutte le applicazioni comunque collegate alla comunicazione visiva: la produzione di materie coloranti, gli inchiostri tipografici, le pellicole fotografiche ed ovviamente la tecnologia dei sistemi televisivi.
La colorimetria distingue i colori secondo tre parametri:

— la brillanza
— il tinta
— la saturazione.

La brillanza con la quale ogni colore viene percepito dipende dalla quantità di energia (intensità) della luce irradiata e dalla sensitività dell'occhio a quel particolare colore. Qualora si facciano apparire su un CRT a colori in successione pixels rossi, verdi e blu, ottenuti colpendo i fosfori dello schermo con elettroni forniti della stessa intensità di energia l'impressione di brillanza percepita dall'occhio assegnerà i seguenti valori:

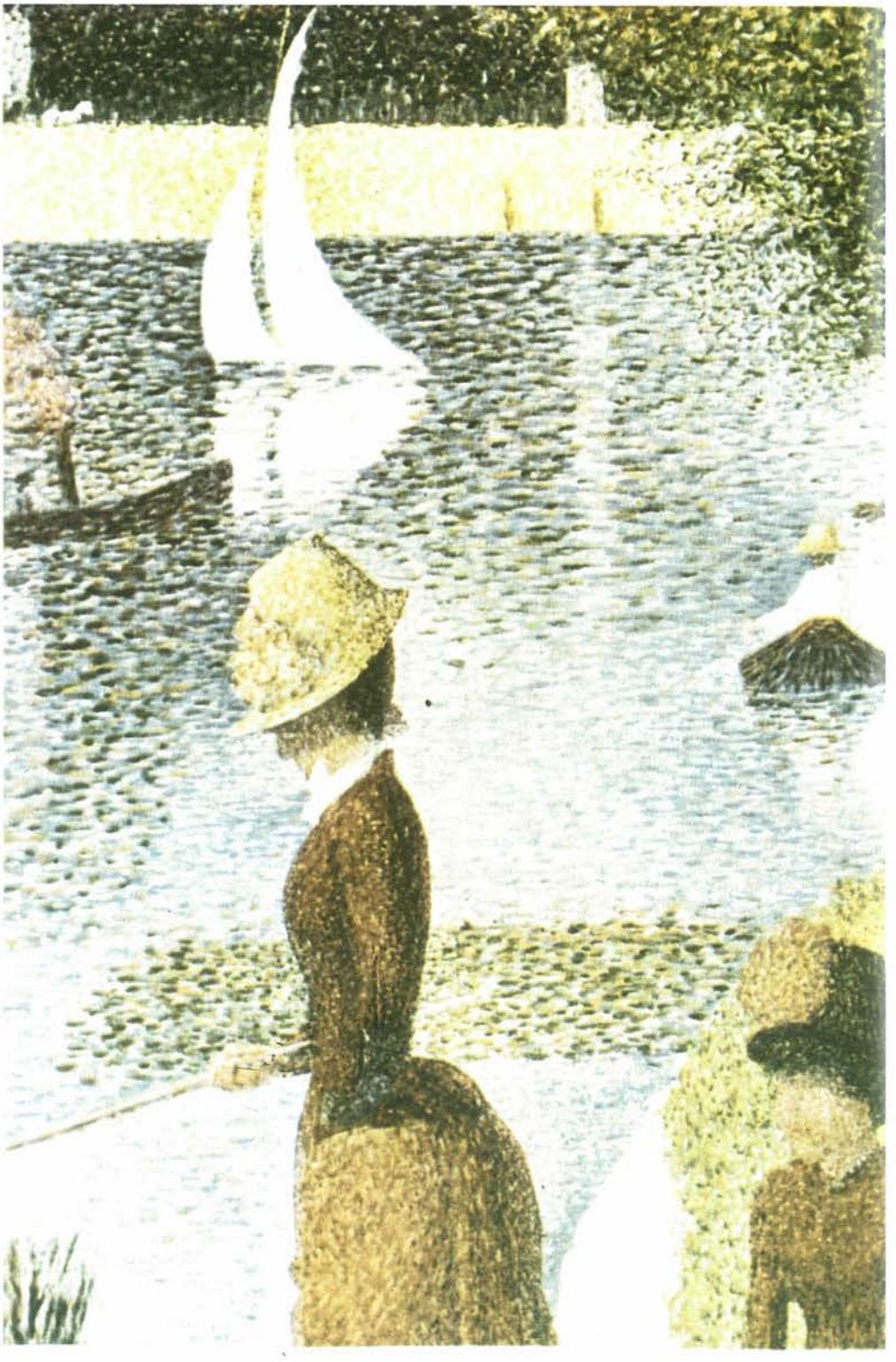
rosso	0.30
verde	0.59
blu	0.11

La somma ovviamamente, trattandosi dei colori fondamentali dei tre valori deve dare l'unità, in quanto, mostrando contemporaneamente i tre colori fondamentali sovrapposti, si ottiene la luce bianca.
Per tinta di un colore, sul piano della causa fisica ci si riferisce alla lunghezza d'onda e sul piano dell'effetto fisiologico ci si riferisce alla tonalità.
Immaginando di disporre i vari toni di colore in cerchio (fig. 145), questi sono saturati più lungo la periferia piuttosto che verso il centro dove trova posto solo il bianco. Il rapporto tra un colore ed il bianco è il livello di saturazione del colore stesso (cfr. bib. 42).

Da quanto detto risultano particolarmente importanti le condizioni ambientali nelle quali i colori vengono fruiti; osservando infatti i colori in un ambiente invaso dalla luce bianca su di uno schermo televisivo, daranno l'impressione di essere meno ricchi di tinta che non se osservati in condizioni di luce più discrete (più buio); essi infatti risulteranno nel primo caso meno saturati.
Il tubo a colori a raggi catodici contiene nel suo interno tre "cannoni" (guns), pennelli di elettroni che incidono su un unico schermo. Sullo schermo vengono prodotte tre immagini contemporaneamente, una per ciascuno dei tre pennelli di elettroni cioè per un colore fondamentale, rosso, verde e blu (RVB, oppure in inglese RGB red-green-blue). I colori che l'osservatore vede sullo schermo sono la combinazione dei tre colori, accesi in modo differente, con luminosità diversa ed in punti diversi dello schermo (fig. 146).
Per assicurare la qualità delle immagini colorate sullo schermo, è di particolare importanza quello che si chiama l'allineamento dei tre pennelli di elettroni in modo tale che le tre immagini appaiano perfettamente sovrapposte.

Con i colori fondamentali si possono generare i colori secondari:

rosso + verde	= giallo
verde + blu	= ciano
blu + rosso	= magenta
rosso + verde + blu	= bianco

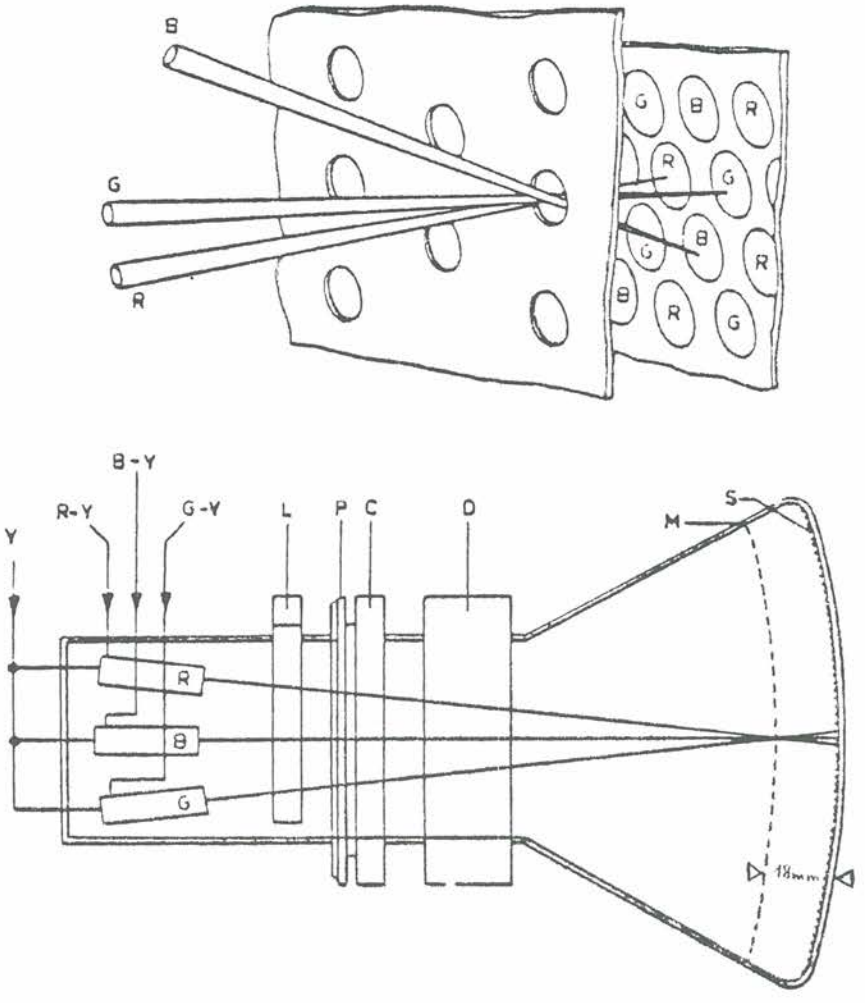


145

Fig. 144 - Un esempio di pittura divisionista. In essa fu sfruttata la limitazione dell'occhio umano di non distinguere piccole macchie di colore ad una determinata distanza.
Un particolare dell'opera di George Seurat intitolata "La Grande Jatte" (1884).

Fig. 145 - La figura mostra un solido dei colori del sistema Munsel. Ai suoi punti periferici giacciono i colori con il massimo di saturazione.

Fig. 146 - La figura mostra il sistema con il quale i tre pennelli di elettroni, passando attraverso una maschera di collimazione, colpiscono lo schermo sul quale sono posizionati i fosfori.



146

Sommando a ciascuno dei colori complementari quello dei tre fondamentali non utilizzato per ottenerlo, si ottiene sempre il bianco.

giallo + blu	= bianco
ciano + rosso	= bianco
magenta + verde	= bianco

Per ottenere i vari colori, usando i colori complementari cioè i coloranti, ciano, giallo, magenta e bianco, si utilizza la tecnica sottrattiva, usata ad es. in fotografia; usando invece i tre colori fondamentali, rosso, verde e blu si usa la tecnica additiva. La luce bianca è ottenuta dalla somma di tre luci dei tre colori fondamentali. I video terminali a colori usano la tecnica additiva (figg. 147 e 148).

È stata comunque sviluppata una tecnologia che permette di avere immagini a colori da un CRT senza utilizzare la tecnologia dei tre pennelli di elettroni, come accade nelle normali televisioni a colori.

Essa si basa sulla tecnologia di disporre i fosfori di colore diverso a più strati sulla parte terminale del tubo (quella di fronte all'utilizzatore) e di controllare i colori tramite il potenziale di accelerazione del pennello di elettroni.

Tale tipo di apparecchiatura prende il nome di CRT a penetrazione (di pennello di elettroni) in quanto viene sfruttata proprio la caratteristica della penetrazione degli elettroni, proporzionale al potenziale loro applicato per andare ad eccitare uno o l'altro degli strati di fosforo adagiati sulla faccia del tubo.

È possibile un limitato numero di colori: rosso, arancio, giallo e verde.

Questo tipo di tubo ha problemi concernenti la velocità di cambiamento ed applicazione del potenziale al pennello di elettroni, ed il fatto che i colori vanno ottenuti separatamente.

Il tipo di risoluzione è l'altra parte ottima come quella dei tubi a memoria di immagine.

Per quanto concerne la risoluzione dei tubi CRT si può assumere che due punti siano distinguibili se la distanza tra loro è almeno la metà del diametro dei punti stessi.

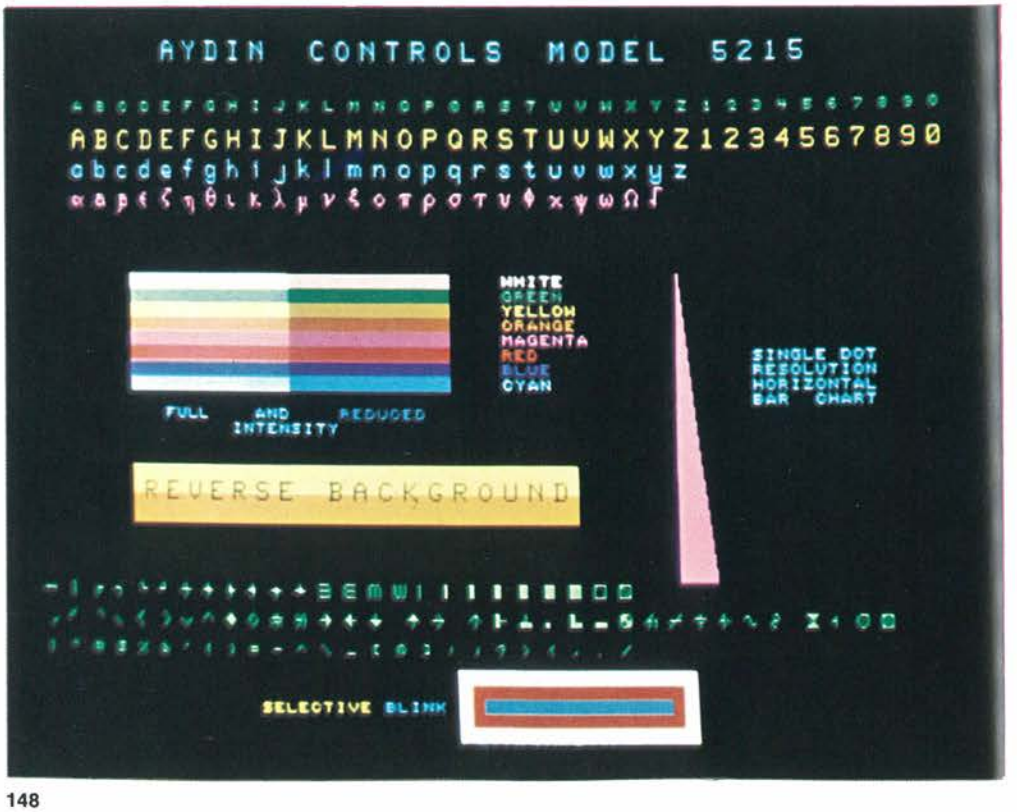
Il numero di punti distinguibili quindi è funzione delle dimensioni dello schermo e del

diametro del pennello di elettroni che lo colpisce. I punti distinguibili in verticale o orizzontale saranno in numero uguale alla dimensione presa in considerazione divisa per il raggio del pennello incidente.
Una considerazione di tale genere dimostra che non è conveniente indirizzare più punti di quelli che sono distinguibili.

La ripetibilità è anche molto importante per quanto concerne il funzionamento del CRT: essa tiene in conto la precisione, con la quale si colpisce lo stesso punto dello schermo con il pennello di elettroni.

Come è possibile ottenere su di un video grafico i diversi colori ed i loro toni al termine di un processo digitale?
Occorre infatti ricordare che la trasmissione delle immagini televisive delle normali reti, sono immagini realizzate e trasmesse in maniera analogica.
Si assegna ad ognuno dei colori fondamentali un bit, usando così una parola di tre bits si possono individuare otto colori ($2^3 = 8$) accendendo o spegnendo ciascuno dei tre bits impiegati. Qualora ciascuno dei colori fondamentali sia descritto non da un bit ma bensì da quattro, è ovvio che per ciascun colore fondamentale si avranno $2^4 = 16$ toni diversi.
La combinazione di 16 tonalità di colore per ciascuno dei tre colori fondamentali da $2^4 \times 2^4 \times 2^4 = 2^{12} = 4096$ toni diversi.
È quindi ovvio che la quantità di toni che possono essere mostrati su un terminale video grafico è funzione di come ciascun colore fondamentale viene descritto.
La quantità di toni che può essere mostrata contemporaneamente sullo schermo di un video grafico a colori, è invece funzione della quantità di memoria che viene devoluta alla gestione dello schermo stesso.
Si immagini di avere alcuni piani di memoria sui quali vengono stivate le informazioni binarie che permettono di ottenere i vari toni, sullo schermo. Il numero dei toni, ottenibili è in questo caso uguale a 2^M dove M è il numero dei piani di memoria (fig. 149) qualora M non possa essere maggiore di sei, il massimo numero di colori ottenibili contemporaneamente, è $64 = 2^6$.

147



148

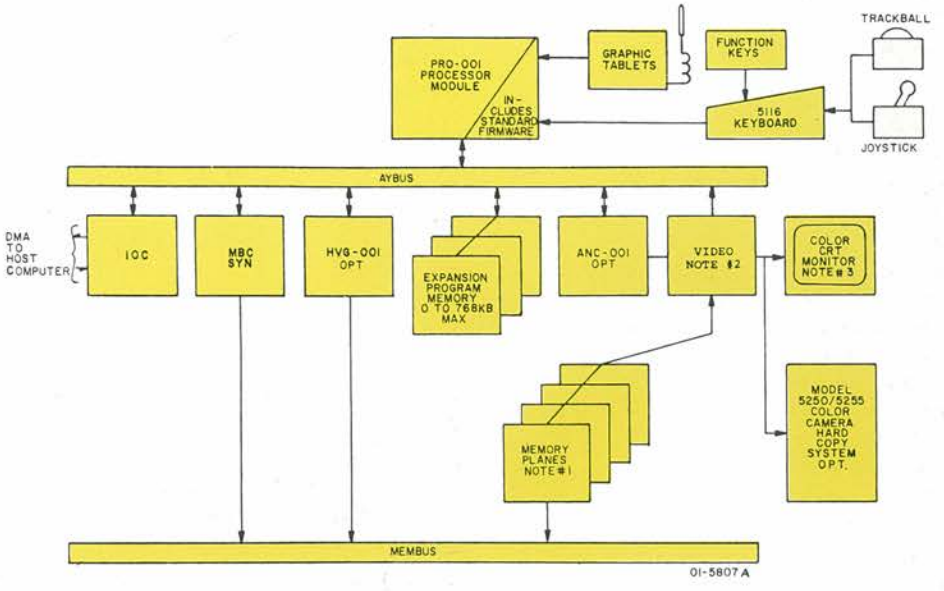
Nella produzione di immagini di computer grafica, ci si trova spesso di fronte al problema della riproduzione delle immagini stesse su un supporto che possa essere trasmesso in via tradizionale, allegandolo ad un rapporto, pubblicandolo su di un libro, etc. Non sempre è possibile usare periferiche di output quali i plotters che danno un disegno realizzato a tratto di penna, a volte è necessario riprodurre per via fotografica.

Quasi tutti coloro che lavorano in computer grafica infatti fanno uso del mezzo fotografico per la registrazione della immagine. Questo è possibile farlo molto semplicemente scattando una foto del monitor, ma senza particolari accorgimenti si ottengono risultati spesso molto scarsi.
Esistono apparecchiature che riproducono fedelmente su pellicola e/o su carta quanto viene mostrato dal monitor a colori. Per ottenere copie di elevata qualità delle immagini a colori tali apparecchiature sono dotate di un monitor a schermo piatto, in grado di avere le minori deformazioni possibili e di tre filtri in grado di scomporre l'immagine nei colori fondamentali così che è possibile (esponenedo la pellicola per tre volte consecutive) ottenere una fedele riproduzione di quanto visibile sullo schermo.
Alcune di queste attrezzature permettono anche di ottenere films di animazione e più immagini sulla stessa pellicola. (figg. 150, 151 e 152).
La esposizione della pellicola vergine ai tre colori fondamentali viene effettuata o processando otticamente quanto emesso dallo schermo tramite filtri, oppure elettronicamente. L'immagine processata elettronicamente viene scomposta nei suoi tre colori fondamentali che vengono fatti apparire separatamente sullo schermo in bianco e nero del quale è dotata l'apparecchiatura. L'impostazione di un filtro di colore uguale a ciascuno dei colori fondamentali tra lo schermo e la pellicola fa impressionare quest'ultima ogni volta separatamente.
Questo sistema produce copie da monitor a colori di particolare pregio, elimina il problema della incompatibilità spaziale dei pixels di diverso colore ed ottimizza il rendimento della pellicola in quanto essa viene esposta per tempi diversi ai diversi colori. Vari sistemi di miglioramento della immagine prodotta dal monitor possono essere contenuti nelle apparecchiature di questo tipo che tengono in conto in particolare i problemi dovuti alla distanza delle linee di scanning (interlace).

Fig. 147 - Un esempio di output a colori da un microcomputer Apple II su un normale televisore. La risoluzione grafica è di 280x192 pixels e non tutti i punti sono comunque utilizzabili per tutti i colori.

Fig. 148 - Output da un sofisticato tubo CRT colori.
La risoluzione è in questo caso da 1640 x 1320 pixels. L'immagine presenta le possibilità di un sistema di display grafico per la generazione di caratteri alfanumerici: risulta particolarmente utile in tutti quei casi nei quali la interazione deve avvenire tramite grafici complessi e messaggi, ad esempio nei controlli di processo, controlli su reti, etc. (Immagine cortesemente concessa dalla Aydin Controls, USA).

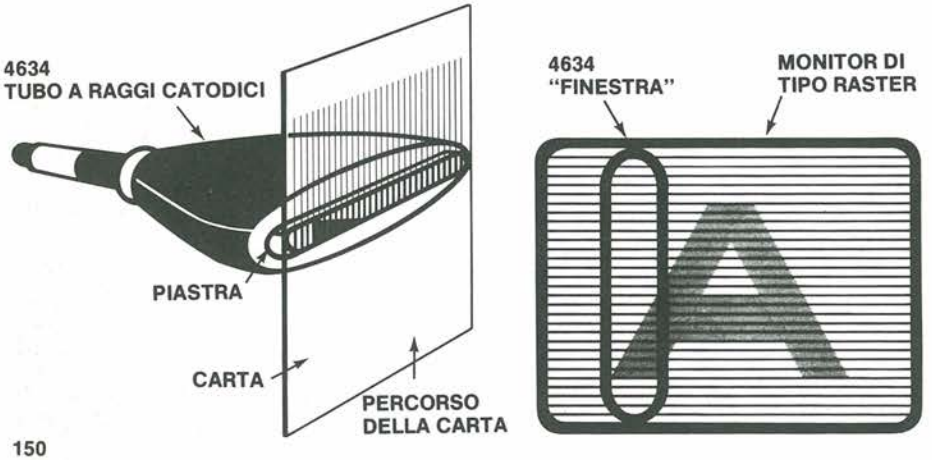
Fig. 149 - Diagramma a blocchi del sistema 16/10 della Aydin Controls-USA. Sono efficacemente messi in evidenza i piani di memoria ed il numero di colori ottenibili.



149

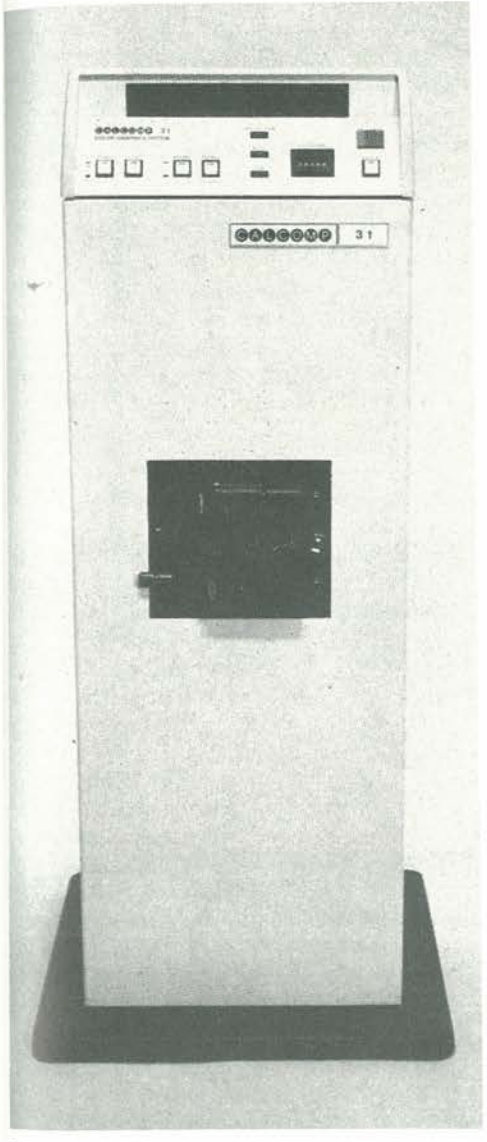
Fig. 150 - La figura mostra una apparecchiatura (4634 Tektronix) per ottenere copia da videi Raster Scan ed un esempio di output. L'apparecchiatura si basa sul principio di esporre carta sensibile di alta qualità ad un CRT lungo e stretto (vedi particolare fig.) sul quale viene fatta scorrere la carta da impressionare. Il CRT impressiona sulla carta la porzione di immagine presente al momento nella finestra imposta al Raster Scan che si vuole copiare; facendo scorrere la finestra sul video si trasferisce tutta l'immagine sulla carta. (Immagine cortesemente concessa dalla Tektronix Inc.)

Fig. 151 - Il Colour Graphic System della Calcomp utilizza i segnali inviati al CRT a colori per realizzare al suo interno su monitor in bianco e nero 3 immagini una per ognuno dei colori fondamentali. La pellicola vergine all'interno della apparecchiatura viene esposta a ciascuna di queste immagini una volta interposto tra pellicola ed immagine il filtro colore relativo al colore mostrato. L'attrezzatura assicura in tal modo che l'immagine ottenuta sia di elevata qualità. È possibile utilizzare vari tipi di pellicole e vari formati. I tempi di esposizione vengono regolati da componenti posti all'interno dell'apparecchiatura in funzione dell'immagine e della pellicola utilizzata, è possibile comunque intervenire manualmente. L'apparecchiatura risulta essere interfacciabile a quasi tutti i monitor professionali a colori sul mercato.



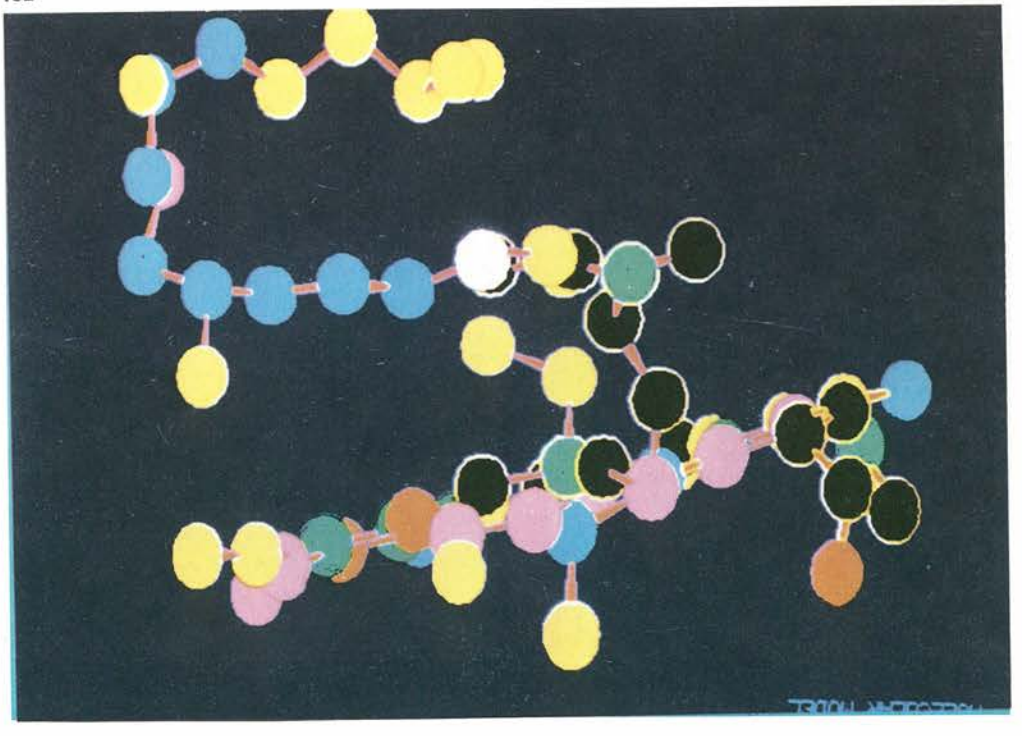
150

Fig. 152 - La figura mostra un economico e portatile sistema per avere una copia su polaroid o su diapositiva di quello che appare sullo schermo. Questo apparecchio è basato sulla separazione elettronica dei colori per l'impressione della pellicola. (Immagine cortesemente fornita da Image Resources - USA).



151

152

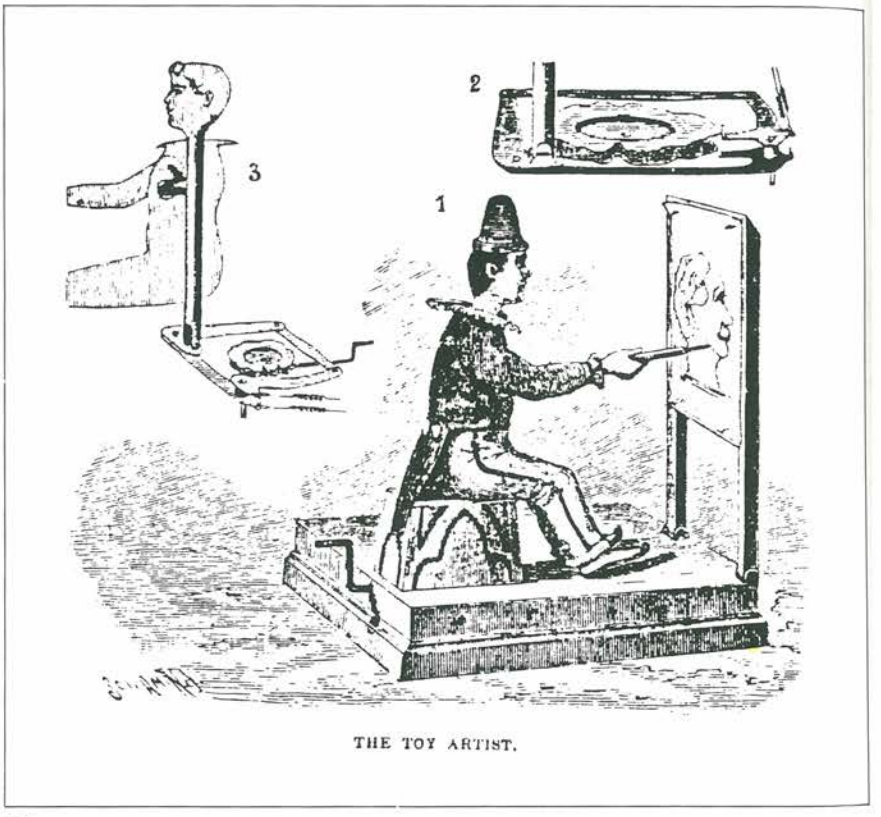


4.3
Il plotter

Fig. 153 - Alcuni giocattoli ed automi dei secoli passati, erano in grado di eseguire disegni o compiere operazioni seguendo quanto precedentemente impresso su un supporto ad hoc. Le informazioni contentute sul supporto venivano opportunamente decodificate per via meccanica, e si ottenevano outputs analogici sottoforma di movimenti, disegni, etc.

Che cos'è

Anche la parola plotter (nota 29) è di difficile traduzione in italiano; tradurlo disegnatore può ingenerare la stessa confusione determinata nella mente di un giornalista che, facendo la cronaca di una presentazione di computer grafica, riferiva che i disegni venivano fatti su carta in tempi eccezionalmente rapidi dall'ing. Plotter.
Il plotter è una periferica di output che permette di disegnare su di un supporto rigido scelto ad hoc.
I plotters sono generalmente bidimensionali, operano cioè su supporti a due dimensioni (carta, film, mylar, etc.) ma esistono anche plotters tridimensionali per usi particolari.
In generale i plotters sono guidati dal calcolatore ospitante e si possono definire in maniera molto concisa i reciproci della attrezzatura di input digitizer. Mentre il digitizer trasforma in informazioni digitali i movimenti analogici, (della mano ad es.) il plotter trasforma in movimenti analogici (della testa scrivente, coltello, cannello ossidrico, etc.) le informazioni digitali provenienti dall'elaborazione di dati (fig. 153).



153

Come è fatto

I tipi di plotters esistenti sono molti perchè molte sono le applicazioni alle quali sono stati dedicati con due scopi essenziali: alleviare il lavoro del disegno ripetitivo, ed operare al posto dell'uomo su materiali quali lamiere, cuoio, stoffa, etc. dove è richiesta una notevole precisione. Esistono alcuni parametri che permettono di distinguere i vari plotters tra loro. Questi parametri non sono tra loro omogenei, alcuni si riferiscono al tipo di penna impiegata, altri al come si dispone il materiale sul quale si effettua l'operazione di disegno, generalmente però essi forniscono principi omogenei di classificazione delle diverse apparecchiature disponibili sul mercato.
I plotters possono essere:
- a rullo
- piani
- a tamburo
- elettrostatici
- a movimento di carta
- foto plotters.

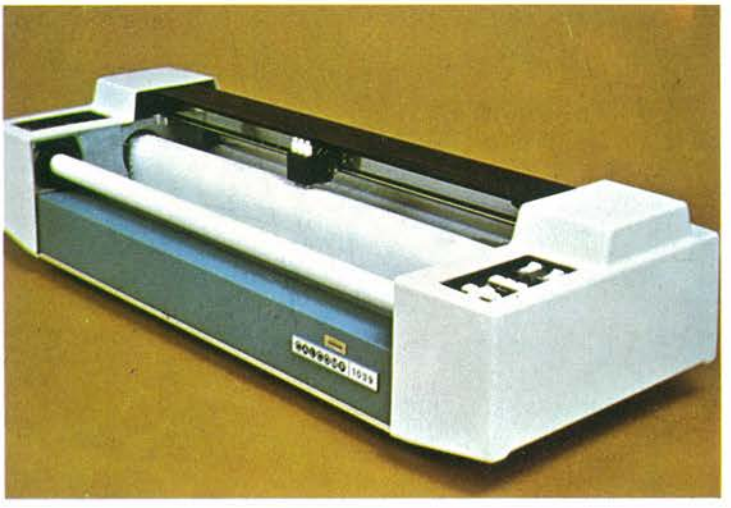
154

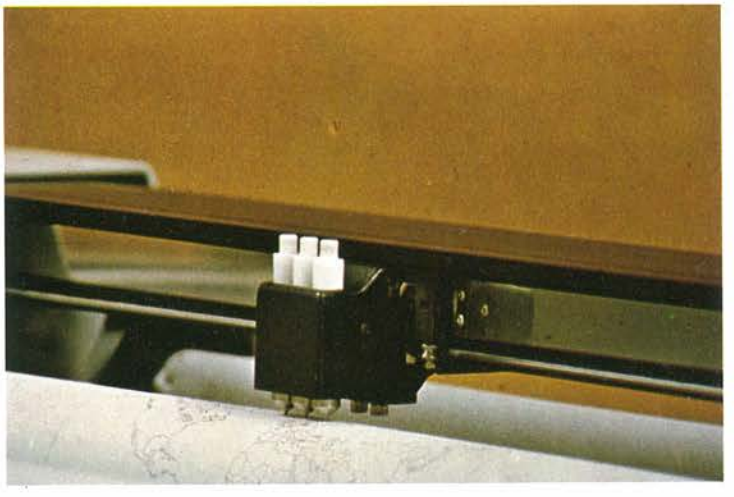
Fig. 154 - Un plotter piano di grandi dimensioni utilizzato per scopi specifici quali: taglio di lamiere, di stoffe, etc. Le sue dimensioni (2,50 m. x 8 m. circa) possono essere sfruttate anche come piano di digitalizzazione automatica. Il plotter infatti può essere dotato di testa luminosa e laser-scan per la digitalizzazione di linee: diventando in tal modo un sofisticato ed automatico digitizer.(Immagine cortesemente fornita da The Gerber Scientific Instrument Company - USA).

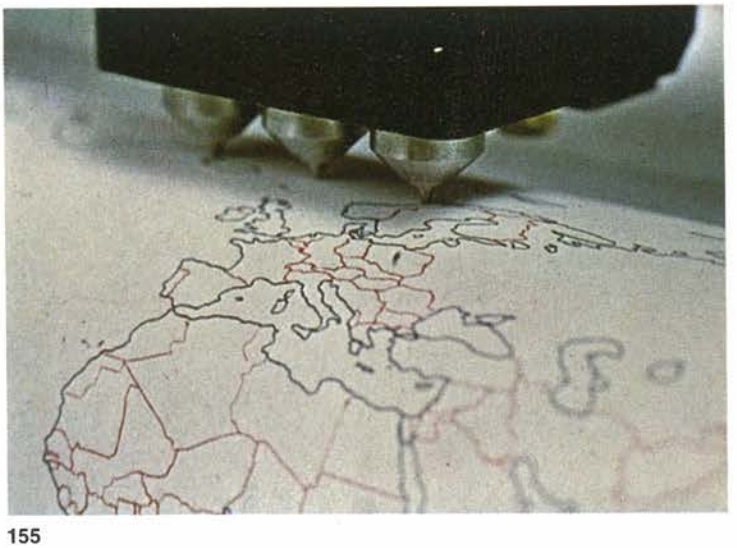
Fig. 155 - La prima immagine presenta un plotter a tamburo: in primo piano uno dei rulli di carta (l'altro sul retro) sul quale la carta viene arrotolata o rilasciata: al centro dell'apparecchiatura il tamburo sul quale si adagia la carta e viene effettuato il disegno.
La seconda immagine mostra la testa scrivente, in questo caso, fornita di tre colori, che si muove secondo l'asse del tamburo.
La terza immagine è un particolare della parte scrivente della testa del plotter. (Immagine cortesemente fornita dalla Calcomp - Italia)

Si dicono plotters piani, quei plotters che dispongono di un'area di lavoro piana: (in inglese vengono chiamati flat-bed) traducibili in letto-piatto) essi possono essere di varie dimensioni da quelli che trovano posto su di una scrivania a quelli di dimensioni notevoli (circa dieci metri di lunghezza), possono ovviamente essere poi progettati plotters per applicazioni particolari quali quelli per il taglio in scala 1:1 di lamiere utilizzate nelle costruzioni.
I plotters piani posseggono la limitazione dovuta alle due dimensioni: non è infatti possibile produrre un disegno più grande delle dimensioni del piano di lavoro stesso (fig. 154).

I plotters a tamburo, hanno invece una delle due dimensioni, quella longitudinale, teoricamente infinita. Prendono questo nome dal fatto che il disegno viene effettuato su di un tamburo sul quale è adagiata la carta che si muove solidalmente al tamburo stesso, producendo movimenti secondo l'asse Y, mentre la penna disposta ortogonalmente alla superficie del tamburo, e mobile secondo il suo asse, opera secondo l'asse X. Questo tipo di plotter ha la sola limitazione della larghezza, poichè secondo la lunghezza il supporto può essere teoricamente infinito (fig. 155).
Si dicono plotters a rullo quei plotters nei quali la carta, o comunque il supporto sul quale si esegue il disegno, è conservato su di un rullo e quindi può essere avanzato automaticamente. Tutti i plotters a tamburo sono a rullo mentre solamente alcuni plotters piani sono forniti di rullo per il rifornimento della carta. Occorre però prestare attenzione al fatto che il rifornimento di carta (rullo) può essere un semplice sistema di ricambio per il disegno, oppure, può essere guidato da un sistema di controllo della carta cosicchè il disegno può essere continuato senza limitazione (figg. 156, 157 e 158).
Tutti i plotters a tamburo sono a movimento di carta, mentre solo alcuni plotters piani lo sono (fig. 159).

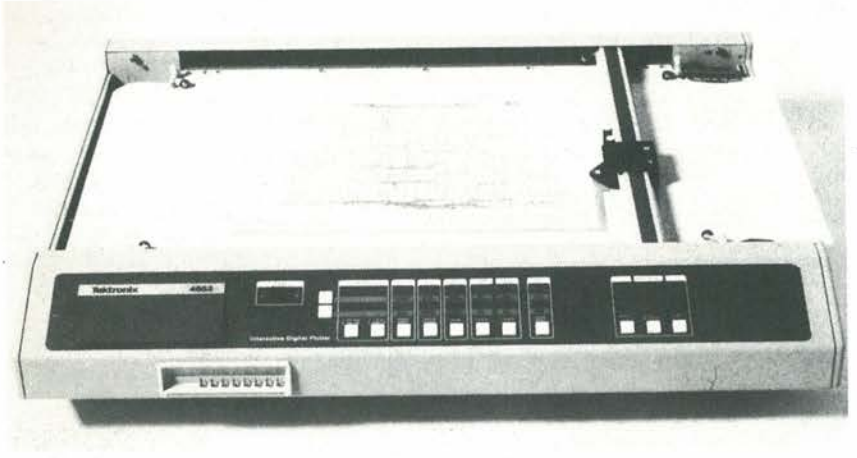


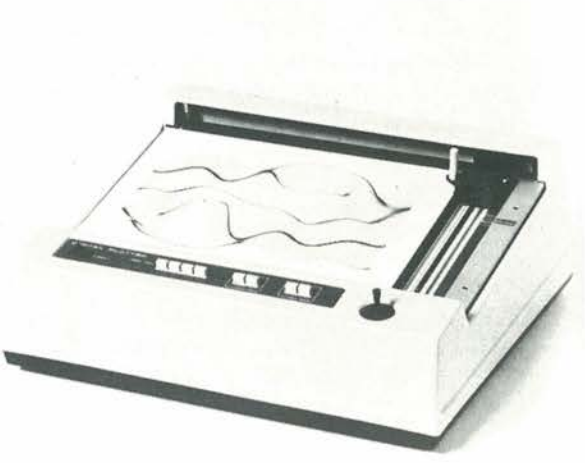




155

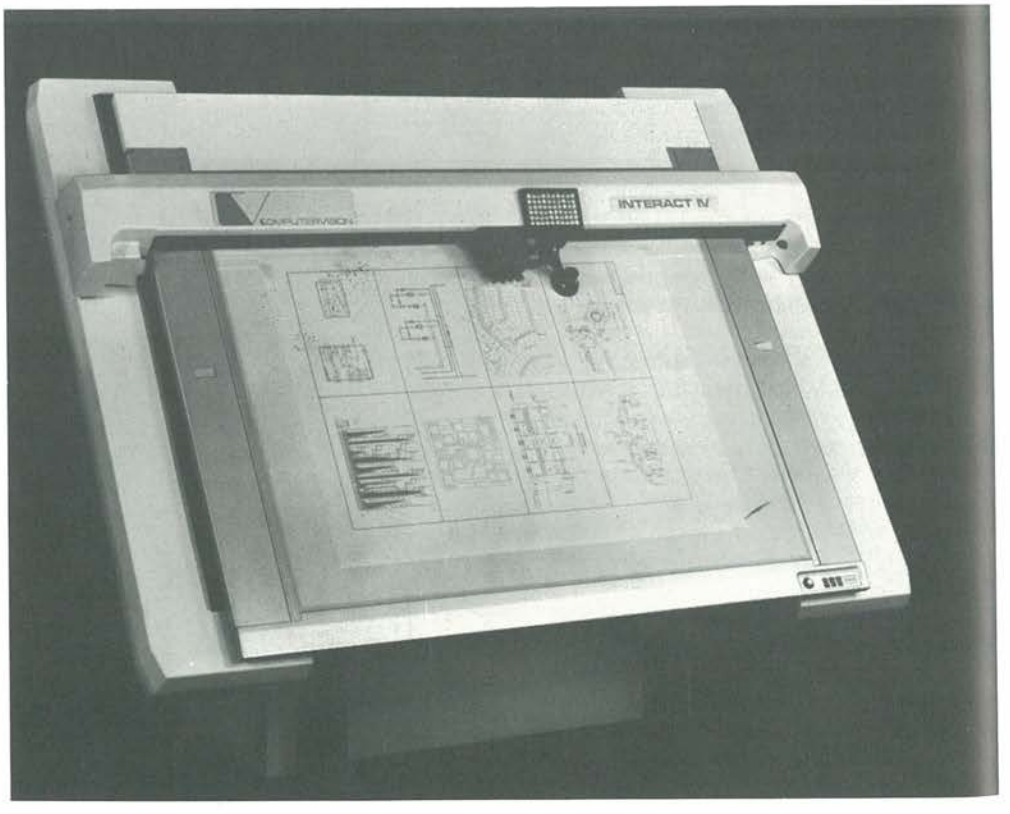
(nota 29) Plot in inglese significa disegnare





156

157



158

Fig. 156 - Due modelli di plotters piani: il primo è un semplice plotter da tavolo a penna singola e adatto per una stazione di lavoro on line per singolo operatore con necessità di output limitato nelle dimensioni e velocità.
Il secondo modello è a movimento di carta: una volta eseguito un disegno si può comandare da software di ripristinare tramite trascinamento un nuovo foglio di carta sul piano di lavoro.
L'option dell'avanzamento della carta è oramai presente sulla maggior parte dei plotters piani in commercio i quali così equipaggiati sono in grado di svolgere il lavoro da soli senza l'assistenza di un operatore. I plotters da tavolo vengono quasi tutti oramai equipaggiati con un joystick con il quale è possibile guidare la testa scrivente ed eseguire operazioni di digitalizzazione su figure disposte sul piano di lavoro. (Immagine cortesemente fornita dalla Tektronix - USA).

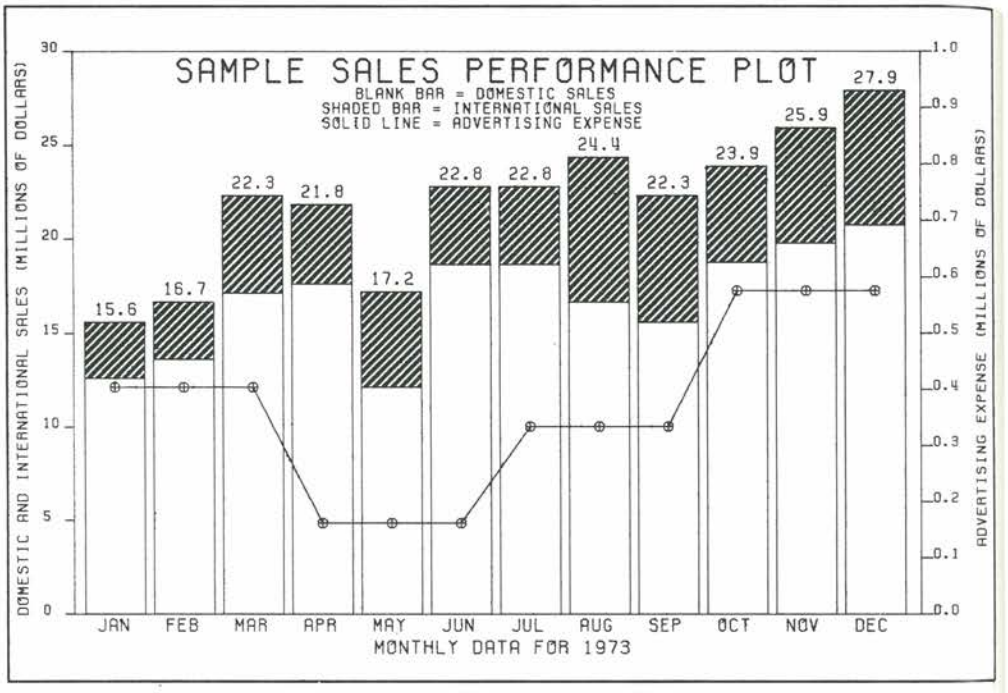
Fig. 157 - Anche nei plotters il colore sta giocando un ruolo importante in termini di efficacia dell'output che si può ottenere.
L'immagine mostra un plotter ad otto penne (ciascuna può ovviamente essere di colore diverso) da tavolo.
Le immagini allegate sono state eseguite con il suddetto plotter e mostrano il valore della densità di popolazione tramite un sistema di istogrammi posizionati sull'area geografica cui si riferiscono.

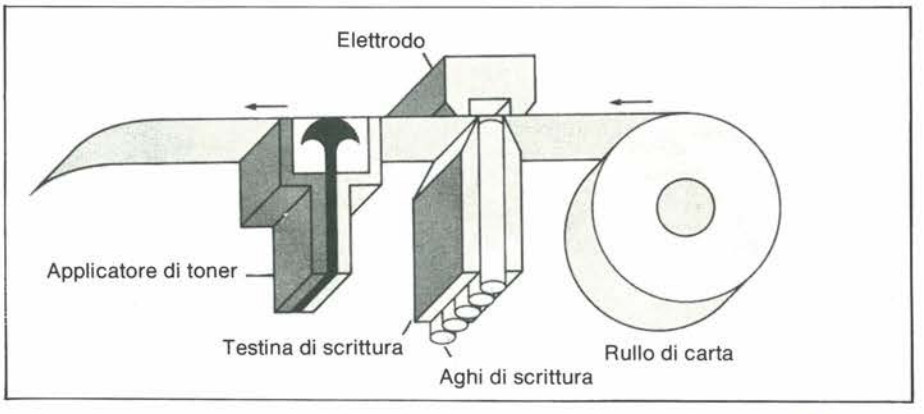
Fig. 158 - Quasi tutti i plotters da tavolo posseggono oramai la possibilità di funzionare come digitizers, ma è spesso una caratteristica che è possibile sfruttare in parte, date le limitazioni della dimensione e la facilità nel muovere il cursore di rilevamento.
Esistono invece plotters (soprattutto di grandi dimensioni) nati con la filosofia di soddisfare le esigenze della digitalizzazione. L'immagine mostra un sistema plotter-digitizer di grandi dimensioni che permette all'operatore una interazione completa con l'output su carta.
La parte della testa scrivente, fornita di più penne, funziona anche da puntatore per digitizer e da tastiera di input per l'operatore che lavora così su di un tavolo da disegno interattivo.
(Immagine cortesemente fornita dalla Computervision - USA).

Fig. 159 - L'immagine mostra uno degli ultimi plotters immessi sul mercato.
È interessante notare che, negli ultimi tempi, vari tipi di plotters si sono integrati in maniera tale da rendere anche complicata una loro classificazione. La macchina in figura, ad esempio, opera con penne di diverso colore su un tamburo sul quale si adagia la carta e sul quale essa viene trascinata per redigere il disegno desiderato. Nonostante la tecnologia del tamburo, questo plotter non permette di avere uno dei due assi praticamente infinito ma di disegnare su formati prefissati.
Il fatto poi di fare uso di un microprocessore di elevate caratteristiche gli permette di eliminare i problemi della scalettatura delle linee inclinate ed una altissima velocità di posizionamento della penna.
Il metodo di trascinamento della carta in questo plotter è peculiare, in quanto durante la esecuzione del disegno il foglio pende liberamente da ambo le parti del tamburo e per farlo muovere esso viene stretto tra una rotella di gomma ed una di ossido di alluminio, alfine di evitarne lo sdrucciolamento.
(Immagine cortesemente fornita dalla Hewlett-Packard Italiana S.p.A. - Milano).

159

I plotters elettrostatici sono basati sul principio delle stampanti elettrostatiche (fig. 160): essi infatti possono essere indifferentemente utilizzati come plotters e come stampanti.
Per disegnare tramite i plotters, si usano due tecniche: quella incrementale e quella lineare.
Il metodo incrementale fa muovere la penna sul tamburo secondo l'asse del medesimo mentre la carta si muove trascinata dal tamburo stesso. Questo metodo di operazione comporta che le linee vengano disegnate da incrementi minimi in una delle otto direzioni (Nord, Sud, Est, Ovest, Sud-Est, Sud-Ovest, Nord-Est, Nord-Ovest) fuoriuscenti dal punto (fig. 161).
Il metodo lineare, permette invece di disegnare linee inclinate nelle quali il "seghettamento" della linea è molto meno rilevabile: tale metodo è per lo più utilizzato nei plotters piani.
I plotters elettrostatici vengono spesso individuati col nome di raster plotters, (plotters a rastrello) in quanto è ovvio che la immagine da disegnare deve essere scomposta prima del plottaggio, in maniera tale che al passaggio della carta sotto la testa termica ogni scan-line venga impressa: non è infatti possibile disegnare per questi plotters sulla stessa porzione di carta più volte (fig. 162).
In genere i plotters sono periferiche lente, se comparate con altre periferiche di output, quale ad esempio il terminale video. Permettono d'altra parte di avere l'output su supporto rigido e quindi di permettere quelle operazioni di valutazione, misurazione, portabilità, etc. che altrimenti non sarebbero possibili.
Anche nei plotters come nei digitizers, si conducono operazioni di test rispetto alla risoluzione, ripetibilità, ed accuratezza (vedi Cap. 3° .1).
Per quanto riguarda la risoluzione dei plotters, essa può essere trattata in maniera analoga a quella dei digitizers: è già stato messo in evidenza infatti che il plotter può essere considerato il simmetrico della attrezzatura di input.
Occorre comunque ricordare che il vettore minimo programmabile, cioè il minimo spostamento della penna del quale l'utente





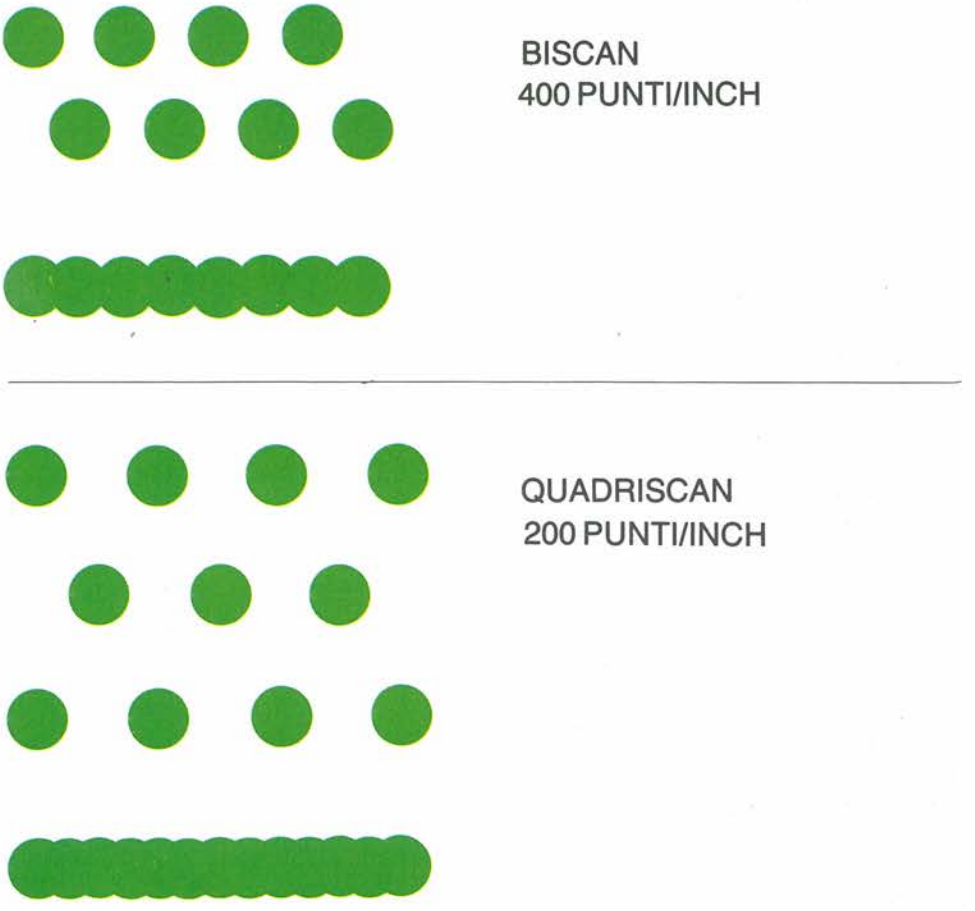
160

161

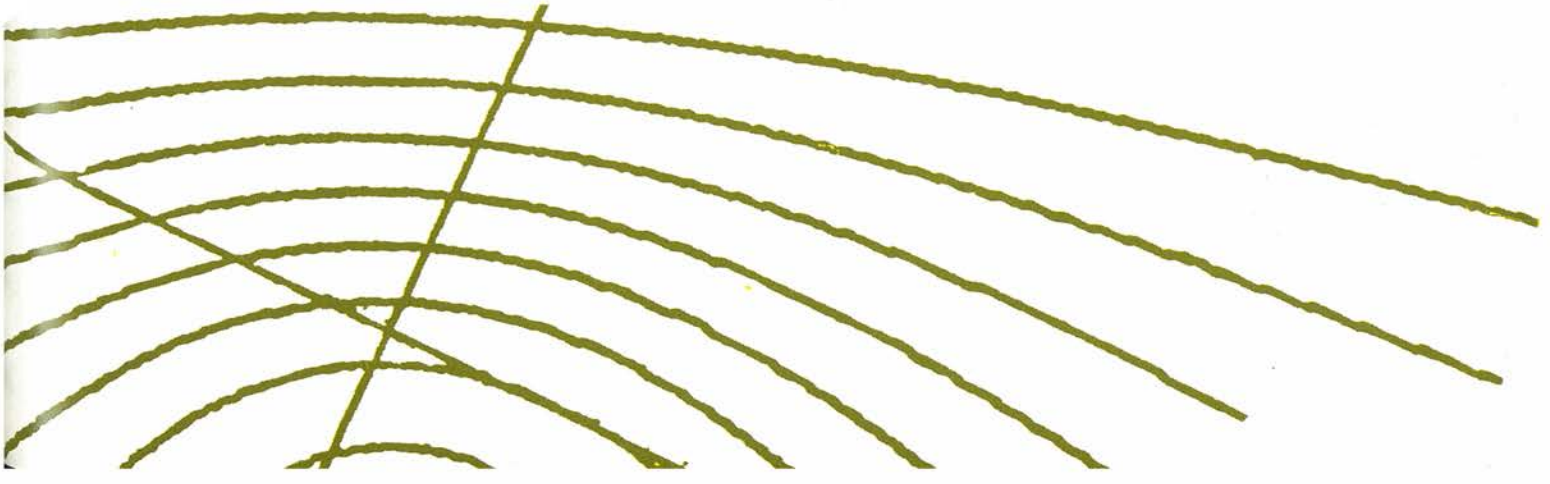
Fig. 160 - Il sistema di stampa del plotter elettrostatico si basa su di una testa scrivente fornita di elettrodo e su di un applicatore di toner sulle parti della carta elettrizzate dalla testina.
L'immagine è stata prodotta tramite un plotter elettrostatico con una risoluzione di 200 dots/inch. (Immagine cortesemente fornita dalla Versatec-Italia).

Fig. 161 - Linea inclinata realizzata tramite plotter a tamburo. Si nota, ad opera dell'ingrandimento fotografico, il seghettamento della linea stessa.

Fig. 162 - Per assicurare una buona definizione alle linee tracciate tramite plotter elettrostatico, vengono usate tecniche diverse. Uno dei sistemi è quello di disporre più scan lines parallelamente e fare in modo che i dots si sovrappongano in parte. La figura mostra il sistema biscan ed il sistema quadriscan usato dalla Benson. (Immagine cortesemente fornita dalla Benson - Italia).



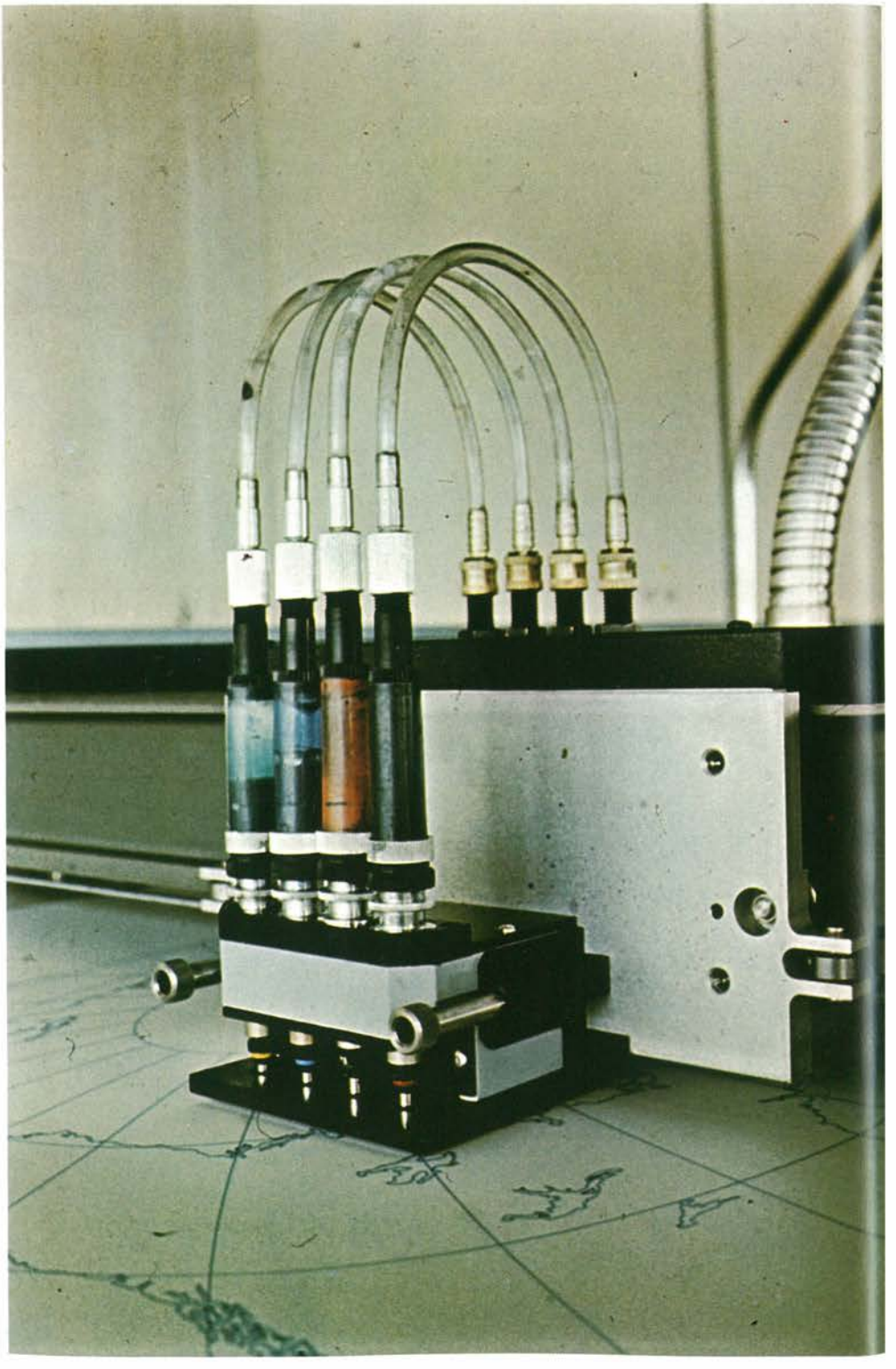
162



può usufruire è sempre maggiore del passo meccanico che la apparecchiatura può provvedere.
Ambedue le grandezze, il passo meccanico e la definizione minima programmabile, giocano un ruolo importante per quanto concerne la qualità del disegno prodotto.
Una linea disegnata su di un plotter apparirà più o meno seghettata in accordo alle dimensioni della step (passo) che il pennino può compiere: minore è il passo minimo e maggiore la precisione in termini di continuità della linea tracciata (fig. 163).
Per i plotters elettrostatici la risoluzione ottenibile viene misurata in dots/inch cioè punti/unità di lunghezza.

Come funziona e a che serve

Il plotter serve per fornire all'utilizzatore una visione finale di quanto elaborato dal computer ospitante. Il plotter non è una periferica interattiva. Ci si aspetta infatti da essa un output finale di un lavoro.
È indice della qualità della apparecchiatura la possibilità, da parte di questa, di potere effettuare alcune operazioni di per sè senza l'intervento del calcolatore ospitante. Si pensi ad esempio di volere disegnare un cerchio in un dato punto del piano di lavoro; può essere facilmente scritta una routine che incrementando l'angolo al centro, calcoli i punti della circonferenza che uniti formano il cerchio desiderato. La procedura precedente, regolarmente seguita sino a qualche anno fa, risulta essere lenta e gravosa dal punto di vista del calcolo in quanto tiene occupato il computer ospitante per la esecuzione di una routine di output di uso frequente.
I moderni plotters sono forniti di menù: essi contengono cioè alcune funzioni più o meno semplici tutte richiamabili ed eseguibili direttamente dall'apparecchiatura senza l'uso del computer ospitante. Nel caso del cerchio basterà inviare al plotter informazioni relative alla posizione del centro ed al raggio: esso verrà calcolato e disegnato direttamente dal plotter.
Per quanto concerne il, così chiamato, lettering, cioè la possibilità di mettere didascalie di ogni genere in ogni punto del piano del disegno, con qualsiasi inclinazione e forma, è facile capire quale sia l'importanza



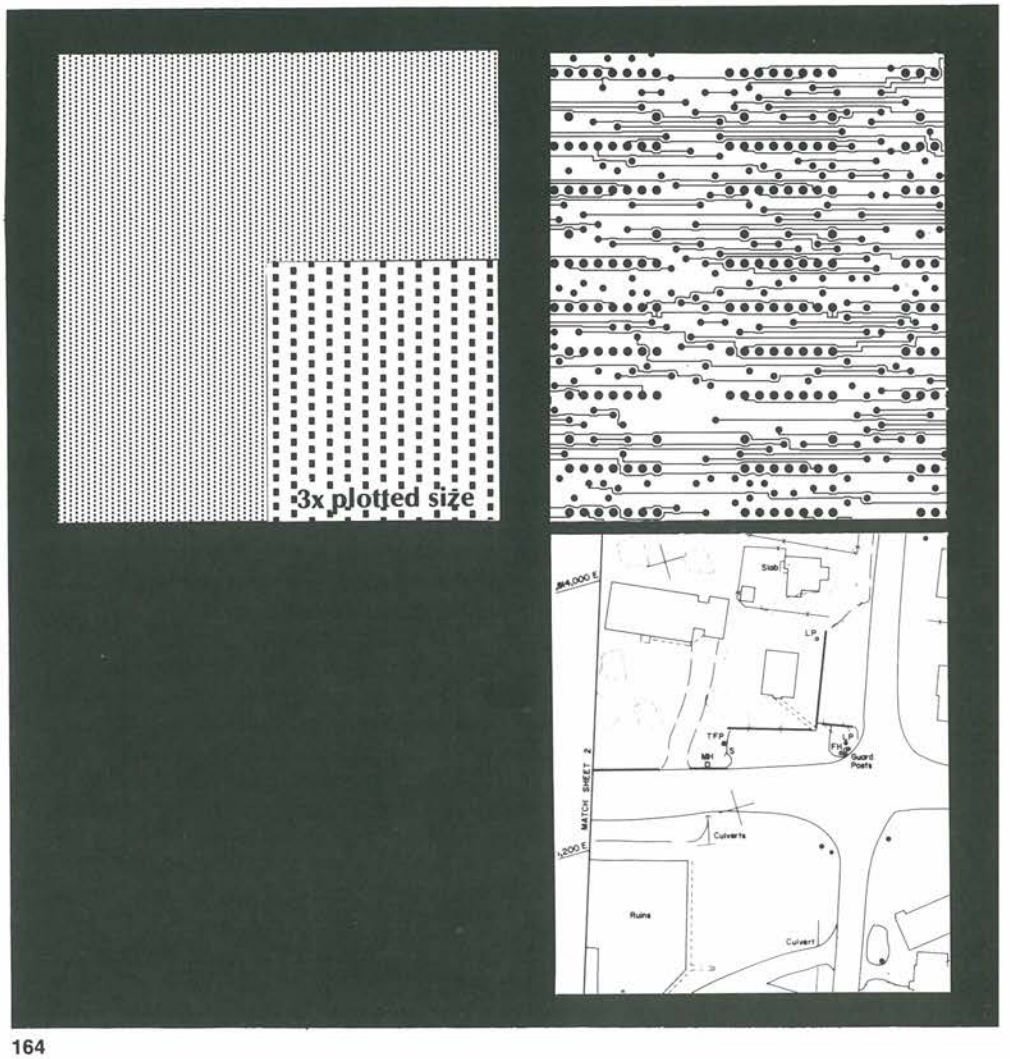
163

di avere a disposizione già all'interno della periferica, set grafici e possibilità ampie di loro posizionamento e trasformazione.
Le varie opzioni, per realizzare da solo queste operazioni, rendono un plotter più o meno "intellingente".
Avere a disposizione un fornito menù, oltre a qualificare la periferica, facilita il lavoro di redazione di elaborati grafici. Esistono menù specifici finalizzati a scopi particolari, progettazione elettrica ed elettronica, meccanica, civile, etc. Le shapes (forme e simboli) contenuti nel menù sono richiamati con facilità e fatti disegnare nel punto desiderato.
Con l'uso di un menù ad hoc è possibile enfatizzare l'uso interattivo del plotter, specie in quei campi di applicazione della computer grafica dove è necessario mantenere una traccia scritta su carta del lavoro fatto al terminale: esempio tipico è la analisi dei dati territoriali.

Di particolari caratteristiche sono i fotoplotters (per chiarezza si indicheranno con il nome in lingua inglese photoplotters). Essi furono sviluppati per quanto riguarda la tecnologia nel mezzo degli anni '60 e vengono utilizzati, ad oggi, in applicazioni particolari, soprattutto per la realizzazione di PC (Printed Circuit) in elettronica. In tale applicazione si realizza, tramite il photoplotter il positivo del film utilizzato nella produzione di PC.
Il photoplotter si compone essenzialmente di una testa dotata di sorgente luminosa e mobile su di un tavolo piano.
Il supporto (sul quale verrà prodotto il disegno) viene impressionato dal fascio di luce fuoriuscente dalla testa del plotter: il fascio di luce viene controllato da organi meccanici ed ottici (fig. 164).
La precisione che si ottiene è la più elevata ottenuta nel campo dei plotters: 0.0005 inches con una ripetibilità di 0.0001 inch. Si sono dovute sviluppare tecnologie su laser in grado di sentire 3 milionesimi di inch. di errore. La utilizzazione dei photoplotters è orientata a campi specifici dove si richiedono alte precisioni: industria elettronica, industria della costruzione di maschere per TV, ed, in alcuni casi, anche nel disegno cartografico.

Fig. 163 - L'importanza del tratto di disegno e scrittura è un importante parametro esso dipende dalla velocità, caratteristiche della testa scrivente, tipo di penna utilizzato, etc.
La figura mostra un sistema con inchiostro pressurizzato applicato alla testa scrivente di un plotter piano, di grandi dimensioni e di notevole velocità. (Immagine cortesemente fornita dalla Calcomp - Italia).

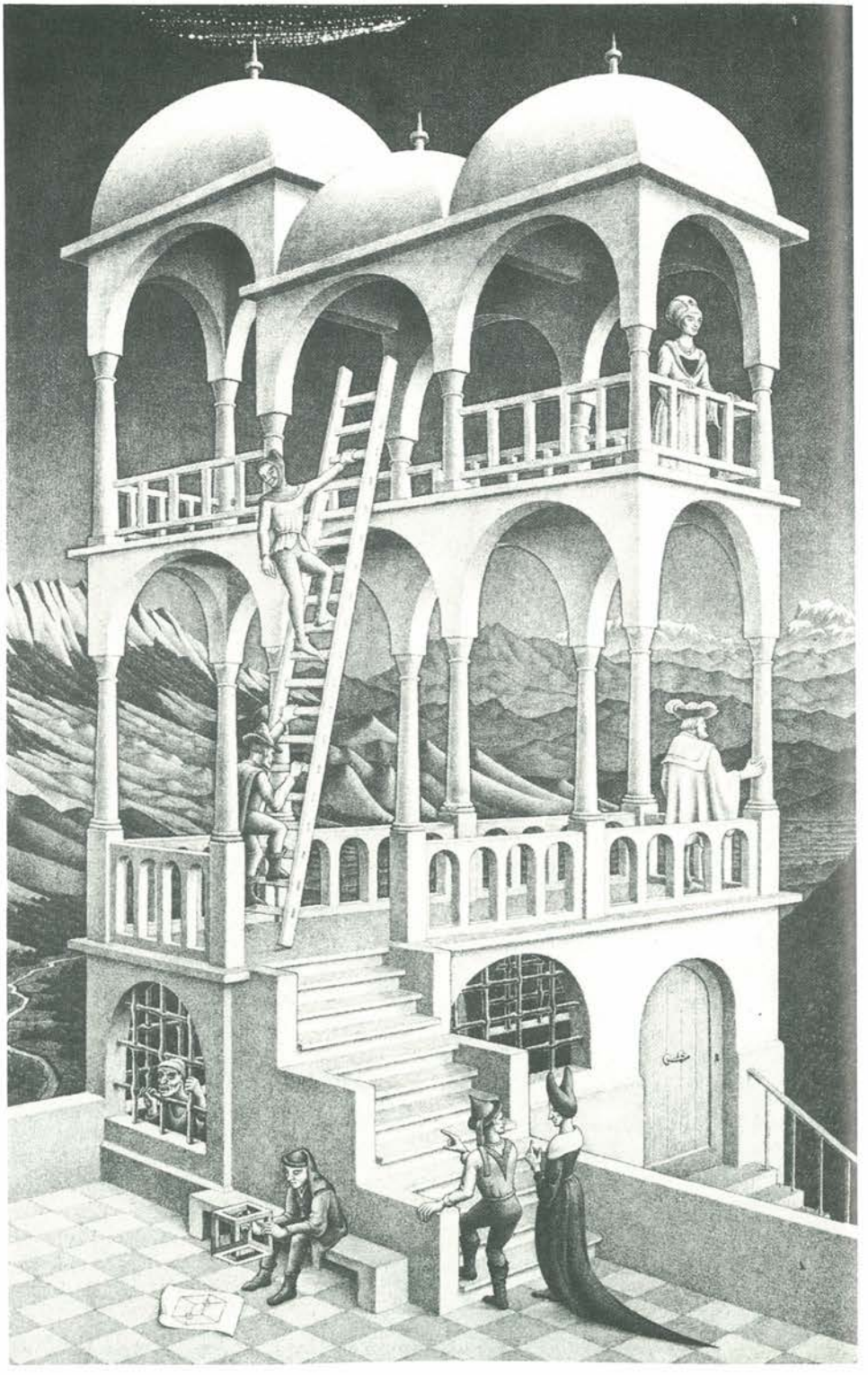
Fig. 164 - Alcuni patterns realizzati tramite fotoplotters.
La loro utilizzazione è indicata in tutte quelle applicazioni nelle quali è desiderata un'elevata precisione. (Immagine cortesemente fornita dalla Gerber Scientific Instrument Company - USA).



164

4.4
Le attrezzature di output: il piacere di utilizzarle

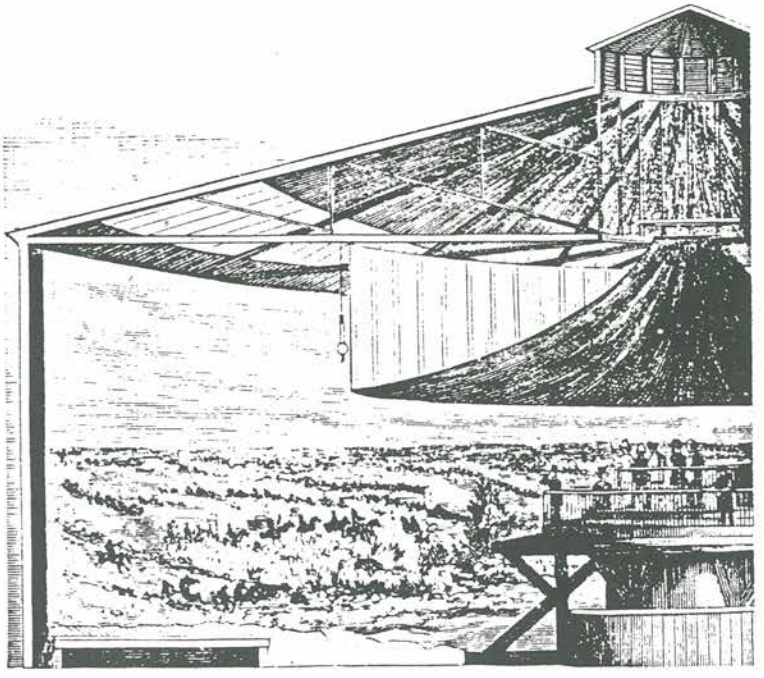
Come si può vedere dall'esame delle principali attrezzature di output e i loro diversi tipi, la loro importanza è notevole in quanto esse rappresentano la diretta interfaccia tra utente e computer.
Varie sono le grandezze in gioco nella scelta di un'attrezzatura di output; più che per altre apparecchiature, a parità di caratteristiche offerte, l'utilizzatore decide infatti per quella o questa attrezzatura sulla scorta di principi di gradevolezza dell'output prodotto.
La tecnologia dovrebbe provocare piacere. E questo si aspetta l'utilizzatore più o meno orientato che si avvicina ad un'apparecchiatura di output.
La visione di immagini piacevoli è uno dei sistemi più usati per ottenere soffisfazione. È ovvio del resto che più un sistema o apparecchiatura è in grado di fornire soddisfazione all'utente, e maggiore è l'inclinazione dell'utente verso di essa (fig. 165).
I colori sono certo una delle caratteristiche più appetite dall'osservatore di immagini artificiali ne è riprova la fortuna del televisore a colori. Il grado di educazione dell'osservatore ha fatto in modo che si desideri qualità nel colore e la sua fedele rispondenza alla realtà.
Abituato alla televisione a colori, sicuro della possibilità di risolvere tutto e presto con il calcolatore, l'utilizzatore ha cominciato a desiderare la rapidità nella produzione delle immagini nei sistemi di computer grafica. Egli è stato aiutato in questo suo desiderio dal taglio del costo dell'hardware che ha fatto, tra l'altro, sì che molte delle operazioni, prima eseguite tramite software, fossero trasferite in hardware.
Si hanno in definitiva a disposizione oggi, e per costi più che accessibili, sistemi grafici e periferiche di output che danno realmente soddisfazione all'utente.
Nonostante la nascita di alcuni pittori della domenica, risulta oggi molto più facile ed economico di qualche anno fa produrre immagini tramite il computer.
La fortuna dell'immagine è legata all'illusione fornita al fruitore. A ciò si deve la fortuna dei ciclorama dapprima e del cinematografo poi (figg. 166 e 167).
I sistemi elettronici di manipolazione della immagine sperimentati solo da pochi anni, stanno facendo il loro ingresso spavaldo



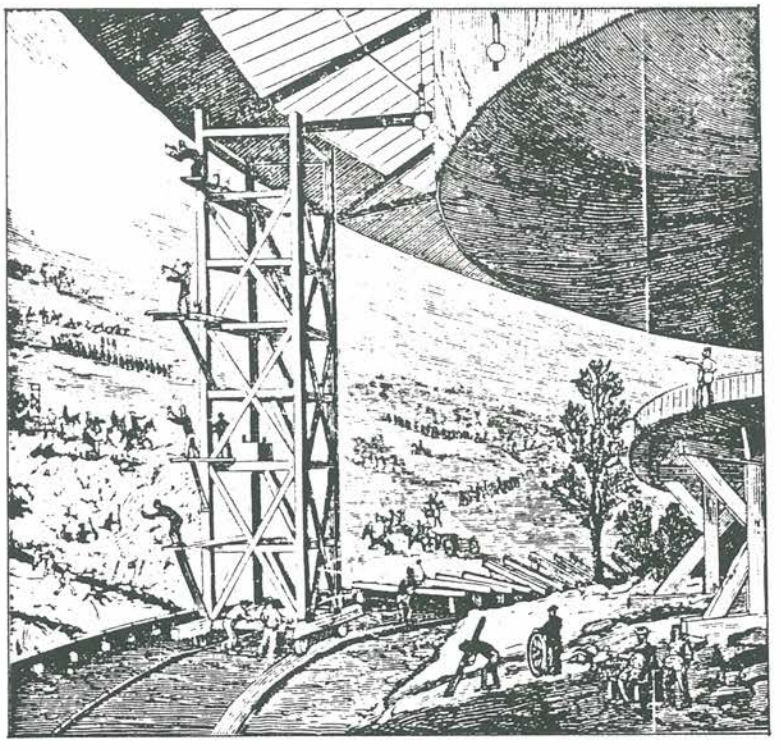
165

Fig. 165 - Una immagine di Escher.

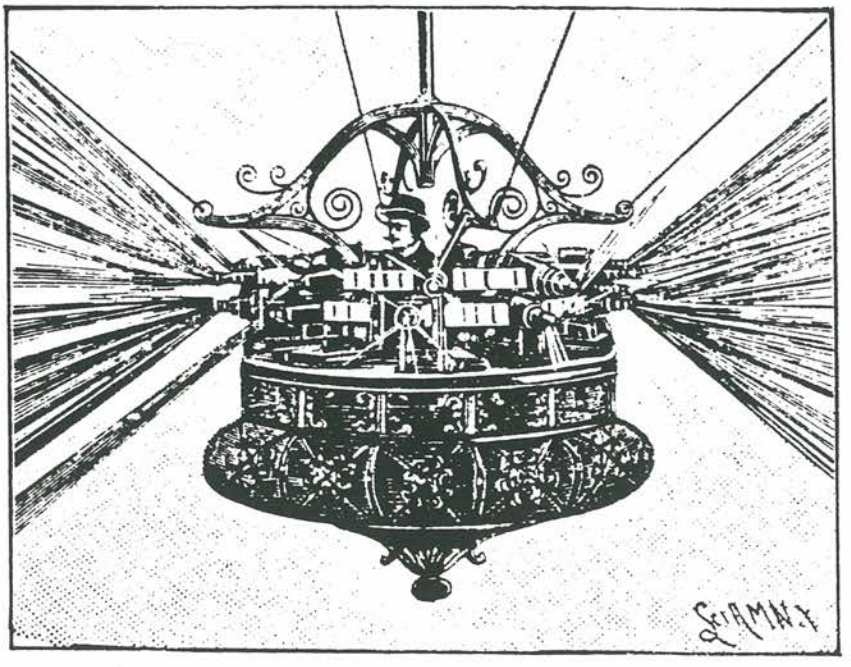
Fig. 166 - Pare che i ciclomara possano essere fatti risalire alla scenografia italiana, ed alla falsa prospettiva in uso dal Quattrocento in poi: si dipingevano, secondo questa tecnica, alcune scene sulle pareti e finestre in modo da creare spazi fittizi o dimensioni prospetticamente elaborate.
I moderni ciclorama invece si fanno risalire all'inizio dello scorso secolo, essi furono particolarmente popolari negli Stati Uniti d'America, venivano trasportati di città in città ed attiravano grandi masse di pubblico.
La figura A si riferisce al ciclorama intitolato "La battaglia di Gettysburg" fu costruito in Belgio e la tela sulla quale fu disegnata la scena era lunga circa 120 metri, ed alta circa 15 metri, l'edificio che ospitava l'apparato aveva un diametro di circa 40 metri.
Al centro della costruzione (precaria, un tendone da circo) trovava posto un belvedere sul quale si accomodavano gli spettatori; il risultato era di trovarsi completamente immersi in un ambiente artificialmente creato ma di ottenere perfettamente la stessa sensazione del trovarsi sul campo di battaglia cosicchè, girandosi attorno, si fruiva quello che succedeva nell'angolo visuale di 360°.
Si usavano particolari accorgimenti per la luce non artificiale, e per creare tutte quelle illusioni ottiche che rendevano la scena verosimile e gradevole (fig. A). I cronisti del tempo ci riferiscono del successo di presentazioni di tal genere e dell'impegno necessario all'artista (per la realizzazione vedi fig. B) ed agli organizzatori per il montaggio. La tela infatti doveva essere disposta verticalmente al suolo e perfettamente circolare in modo da fornire l'idea della linea dell'orizzonte.



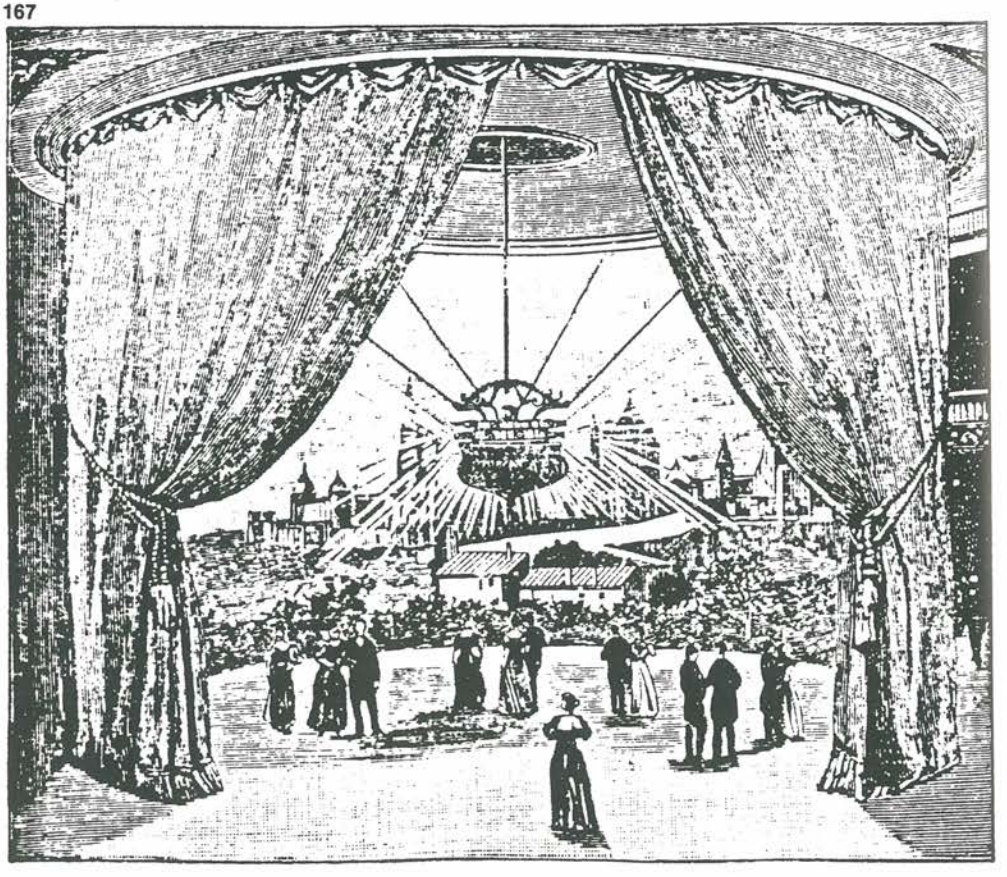
166



nello spettacolo (fig. 168), nell'animazione, nella comunicazione visiva (fig. 169). La loro fortuna è legata alla possibilità di illudere, ed illudendo informare.
La media room (fig. 170) non è altro che un sistema che illude di essere a contatto, o dentro a ciò che si vede: la realtà presentata non esiste ma è presentata come tale.
Si ha oggi la possibilità di proiettare direttamente sull'occhio, in modo tale da potere fare sentire l'utilizzatore dentro l'ambiente creato artificialmente (fig. 171).
Certo sarà possibile accedere direttamente a parti del nostro cervello per comunicare immagini, informazioni, e per trarne.
La produzione di immagini crescerà nel futuro, con essa ovviamente anche l'inquinamento da immagine e l'inquinamento della immagine. E già oggi molto frequente trovare immagini malfatte e scarse dal punto di vista tecnico. La proliferazione dell'immagine comporta ovviamente la proliferazione di immagini fasulle. Anche se l'illusione data sarà nel caso peggiore scarsa, parte dell'utenza continuerà a fruirla in accordo con l'abitudine e l'uso.
L'illusione è ancora più enfatizzata dal supporto magnetico e dall'uso del processo digitale. Una diapositiva o un fotogramma anche se necessita di ingrandimento, può essere fruita tramite la vista ed è pur sempre qualcosa di concreto e di tangibile; 54000 diapositive occupano uno spazio notevole ed il loro peso è più di 200 chilogrammi: un disco leggibile tramite un sistema videodisco contiene appunto 54000 immagini.
Nelle immagini stivate in maniera digitale, l'illusione è ancora più spinta: non si può fare riferimento a qualcosa che venga ingrandito, fotogramma, diapositiva ma a qualcosa del quale può essere visto solo il supporto: nastro, disco, cartuccia, chip.
Legata alla illusione ed al largo uso del mezzo televisivo, è la grande fortuna dei CRT (monitors) come attrezzature di output e di interazione. Concordamente con il calo del loro costo è previsto anche un miglioramento delle qualità intrinseche e della portabilità.



167

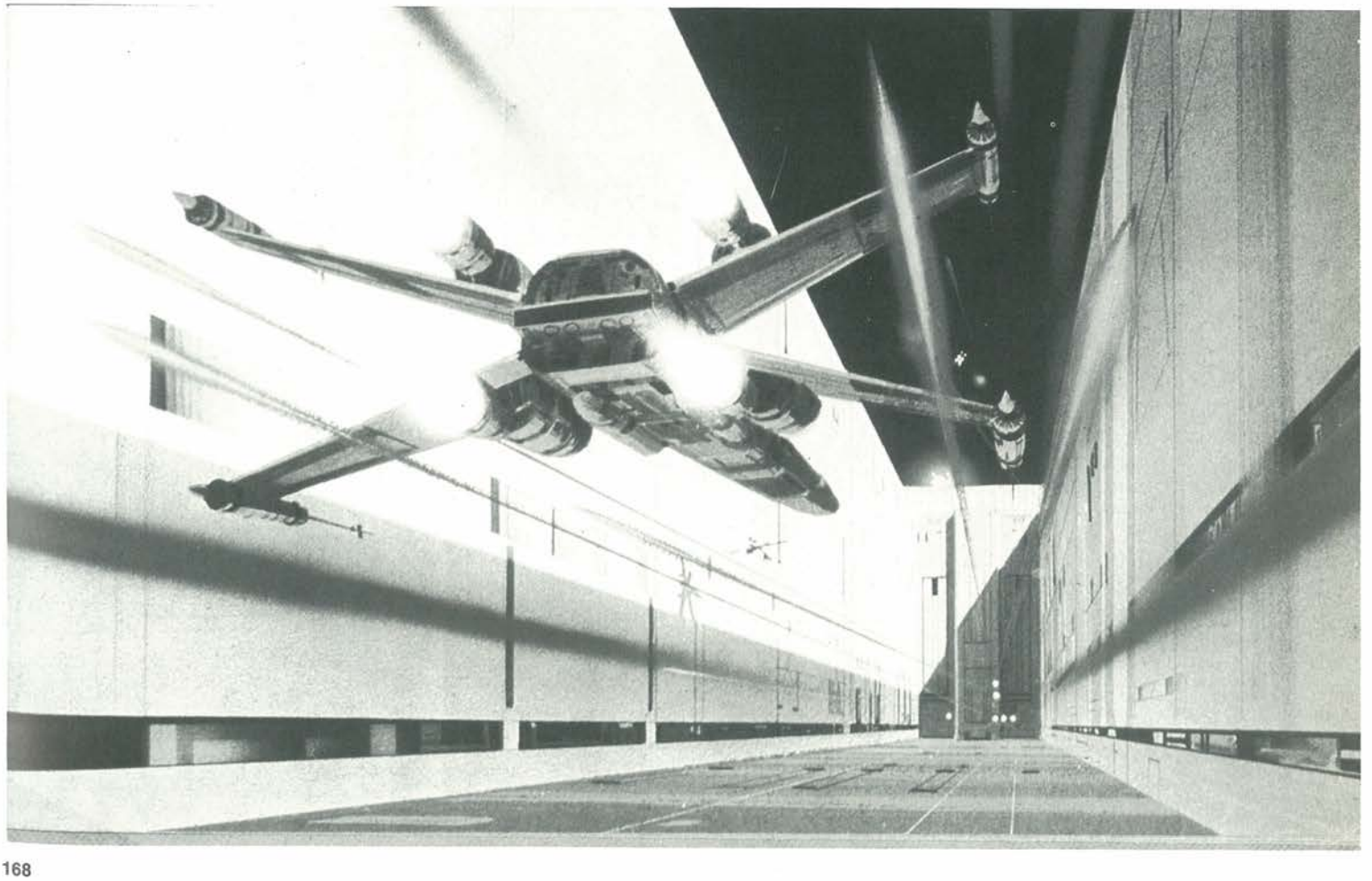


(nota 30) Mr. Chase di Chicago fu il primo a mettere a punto un ciclorama elettrico.

È quindi da prevedere che il monitor tra breve, sia parte costituente del mondo esterno nel quale ci muoviamo non solo dal punto di vista ludico ma come sorgente continua di informazioni delle quali non potremo fare a meno.

Fig. 167 - L'uso della elettricità fu introdotto anche nel ciclorama. (nota 30). In una stanza circolare di circa trenta metri di diametro trovava posto uno schermo sul quale da un navicella sospesa al centro della stanza venivano proiettate diapositive da un operatore che aveva a disposizione una serie di coppie di proiettori.
Ciascun proiettore di ciascuna coppia funzionava indipendetemente, cosicchè era possibile, operando mediante reostati ad apparati ottici, realizzare diffusioni, sovrapposizioni, simulare vari stadi di luce, etc.
Si poteva poi, con opportuni allineamenti e tramite immagini realizzate ad hoc, proiettare figure in movimento.

Fig. 168 - Una immagine dal film Guerre Stellari.



168

169

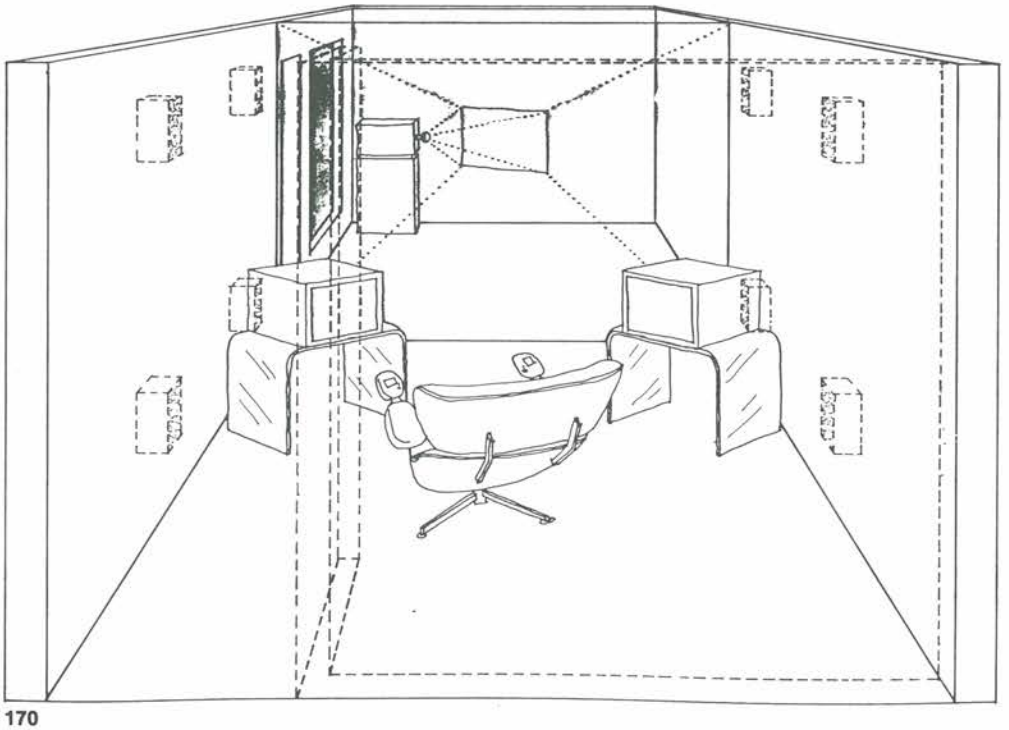
Fig. 169 - Uno dei primi studi per il logo del TG1 realizzato elettronicamente tramite la lettura di una memoria di computer opportunamente programmata (1976). (Immagine realizzata da Luciano Gagliardi ed Umberto Florean).

Fig. 170 - La media room progettata dal Architecture Machine Group dell'MIT

Fig. 171 - Apparecchio per proiettare direttamente sulla cornea in modo tale che l'osservatore si senta calato completamente nell'ambito dello spazio che viene rappresentato. (cfr. bib. 43).

Fig. 172 - L'immagine tratta dal Manuale dell'Architetto, mostra gli ingombri ed i consumi di metri cubi in aria all'ora per varie posizioni del corpo umano e per varie attività.

Fig. 173 - L'immagine tratta dal Manuale dell'Architetto, mostra le dimensioni delle sedie in funzione dei parametri antropometrici.



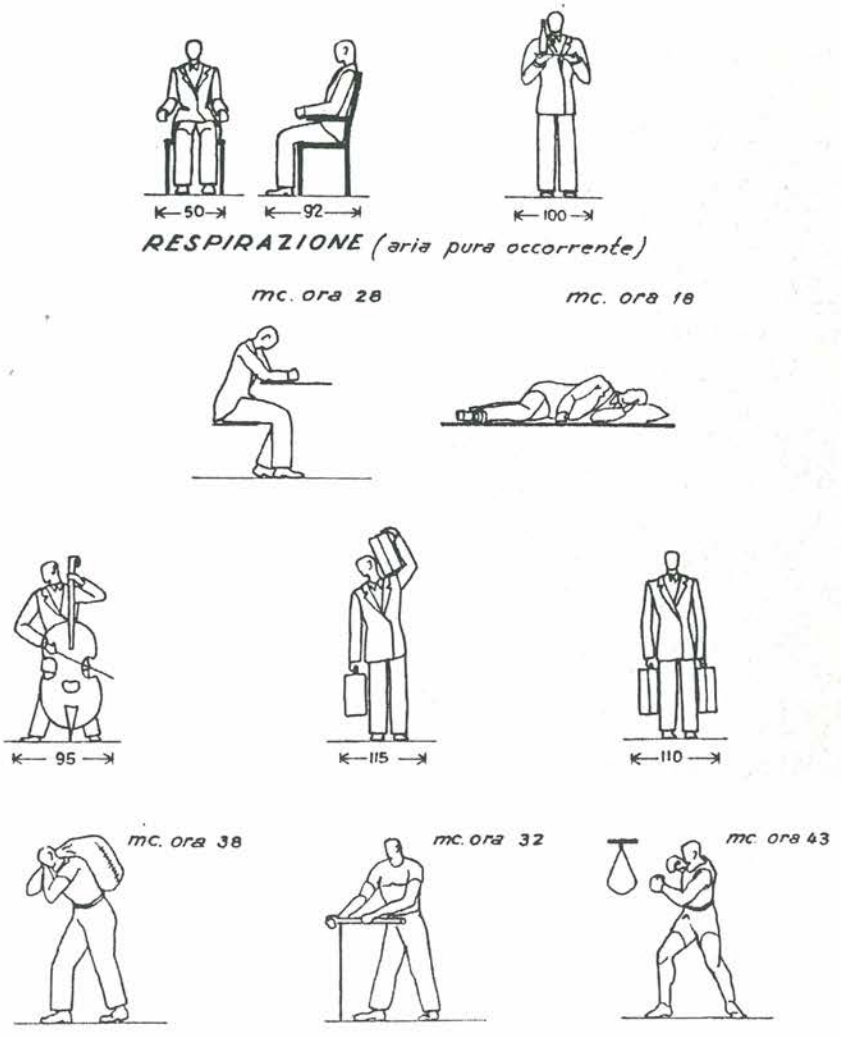
170

171

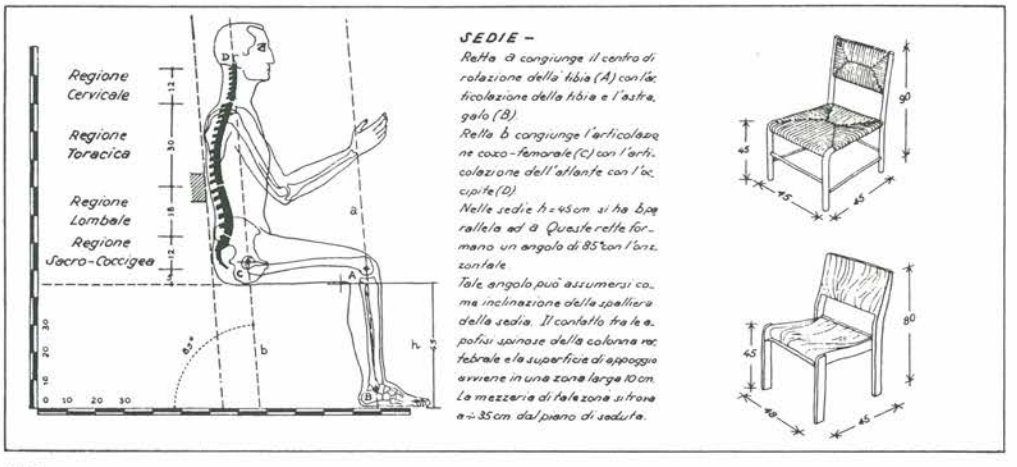
4.5 L'ergonomia della Computer Grafica interattiva

L'introduzione dei computers e delle loro periferiche negli uffici e luoghi di lavoro ha creato problemi di funzionamento e sindacali completamente nuovi.
L'operatore di un video terminale è affaticato dal permanere lungamente di fronte al video, gli operatori delle stampanti sono stressati dal rumore delle stesse, e nei vecchi centri di calcolo nei quali c'era un notevole movimento di schede e mancanza di self-service, gli operatori addetti all'input dei programmi ed alla distribuzione degli output dovevano permanere in piedi per quasi tutta la durata del turno di lavoro percorrendo distanze che alla fine risultavano chilometriche tra le varie apparecchiature. Il fatto poi che i centri di calcolo, generalmente microclimaticamente controllati, non siano forniti di finestre comporta tutti quei problemi già ampiamente studiati relativi al lavoro in ambienti completamente chiusi e con atmosfera automaticamente controllata e depurata (fig. 172).

I problemi del lavoro si vanno superando grazie anche all'uso di tecniche nuove, ad esempio tramite i terminali utente cosicchè ogni utente è anche operatore di se stesso, migliorando le qualità delle apparecchiature, ad esempio diminuendo il rumore prodotto dalle stampanti o introducendo monitors antiriflesso per non assoggettare la vista ad uno stress continuo. Rimane il fatto che per rendere proficuo e sopportabile il lavoro tramite le apparecchiature elettroniche, in particolare della computer grafica, occorre prestare particolare attenzione al posto di lavoro, alla disposizione delle apparecchiature ed in generale all'ergonomia della postazione di lavoro.
Questo è importante per tutte le postazioni di lavoro (fig. 173) ma è essenziale per quelle situazioni nelle quali viene richiesta una lunga permanenza ed un'efficienza e creatività nel tempo.
Il posto di lavoro in postazioni di terminali per la elaborazione dati è simile al posto di lavoro in dattilografia e questo è stato ampliamente studiato soprattutto per quanto riguarda i parametri che interessano la parte superiore del corpo umano con particolare riferimento al sedile (fig. 174).



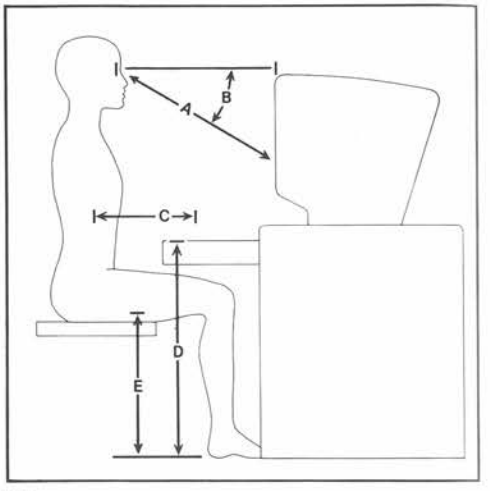
172



173

Nell'ambito della postazione per la elaborazione dei dati, vengono considerati alcuni parametri peculiari:
— la distanza dallo schermo dell'operatore. Essa risulta essenziale per le operazioni di messa a fuoco, puntamento e verifica durante il lavoro.
— l'angolo visuale sotto il quale è visto lo schermo. Esso è importante per evitare di compiere con la testa e/o con le pupille movimenti superflui e stancanti.
— la distanza dalla tastiera e l'altezza relativa rispetto all'operatore. Sono queste misure classiche per lo studio ed il controllo delle corrette postazioni anche in dattilografia assieme all'opportuno studio del sedile e della sua altezza da terra (fig. 175).

174



175

Nelle postazioni di computer grafica oltre alle menzionate grandezze e parametri, occorre tenere in conto anche quelli generalmente considerati nelle postazioni per il disegno: luminosità, spazi sufficientemente larghi di movimento, possibilità da parte dell'utente di avere accesso a diversi componenti e possibilità di consultare elaborati voluminosi e pieni di dettagli.
Le postazioni di computer grafica interattiva sono di due tipi: quelle già messe a punto dalle case produttrici e quelle che l'utente acquistando i vari componenti si mette a punto da solo (figg. 176 e 177).
Purtroppo per ragioni varie e molteplici che vanno dall'ignoranza, al desiderio di abbellimento del posto di lavoro, alla mancanza di spazio, si rilevano spesso errori che pregiudicano non il funzionamento delle apparecchiature ma bensì quello dell'operatore (fig. 178).
Le figg. 179, 180 e 181 rappresentano, in via di crescente complessità, alcune possibili stazioni per computer grafica interattiva. La disposizione ad L delle apparecchiature oltre a creare un ambito protetto nel quale l'utente può maggiormente concentrarsi, facilita l'interazione con le apparecchiature interattive, dando la possibilità peraltro di convogliare l'attenzione sulle apparecchiature di output lente quali stampante, plotter, etc.
Il disporre di una tastiera è essenziale in tutti quei casi nei quali il sistema non sia stato progettato per un'utilizzazione interattiva via menù. Nelle disposizioni più sofi-

176

Fig. 174 - Gli studi del posto di lavoro di dattilografia, si sono generalmente preoccupati della parte superiore del corpo. A tal proposito studi furono condotti sin dalla seconda metà dell'Ottocento per definire situazioni ottimali di lavoro alle macchine da cucire etc.
Studi particolari sono stati tra l'altro condotti dall'Olivetti di Ivrea sul sistema macchina da scrivere-tavolo-sedile-pedana tenendo conto che la posizione delle gambe influenza la posizione delle cosce sul sedile: da qui la progettazione di una pedana ottimale.

Fig. 175 - Sono mostrate le principali grandezze da prendere in considerazione per lo studio e messa a punto di una postazione di lavoro dal terminale:

A: la distanza dell'occhio dell'operatore dallo schermo;
B: l'angolo visuale sotto il quale può essere guardato lo schermo senza che si debba inclinare la testa;
C: la distanza dell'operatore dalla tastiera;
D: la distanza della tastiera da terra;
E: la distanza del sedile da terra.

Fig. 176 - La figura mostra una stazione di lavoro di un sistema computer grafico interattivo. La stazione è orientata al lavoro di input e di processo dell'output piuttosto che all'ottenimento di outputs particolari.
Le cinque apparecchiature individuate nello schema, sono infatti tre di inputs, una sola di output grafico, ed una di output alfanumerico.

Apparecchiatura N. 1 – *stampante alfanumerica per informazioni dirette all'utilizzatore e per avere una traccia della sessione di lavoro.*
Apparecchiatura N. 2 – *tastiera con caratteri standards e fornita sul lato sinistro di tastierina numerica per introduzione di soli dati numerici.*
Apparecchiatura N. 3 – *terminale video-grafico (unica apparecchiatura di output grafico in questa postazione di lavoro). Si assume che l'operatore, familiare con il sistema, lavori manipolando la immagine mostrata dallo schermo.*
Apparecchiatura N. 4 – *tavoletta grafica per interazione con il sistema (digitizer). Questa apparecchiatura di input non è solamente un digitizer, parte più chiara al centro della tavoletta, ma è soprattutto una tavola per individuare funzioni, primitive grafiche, impartire ordini al sistema etc. toccando con la penna (puntatore che si vede sulla destra) le caselle visibili sulla tavoletta.*
Per la costruzione del sistema e per il posizionamento ergonomico, è l'apparecchiatura più in diretto rapporto insieme con il video grafico e l'operatore.
Apparecchiatura N. 5 – *tastiera aggiuntiva fornita di tasti per richiamare funzioni particolari che il sistema permette di avere.*
(Immagine cortesemente concessa dalla Computervision Inc. - USA).

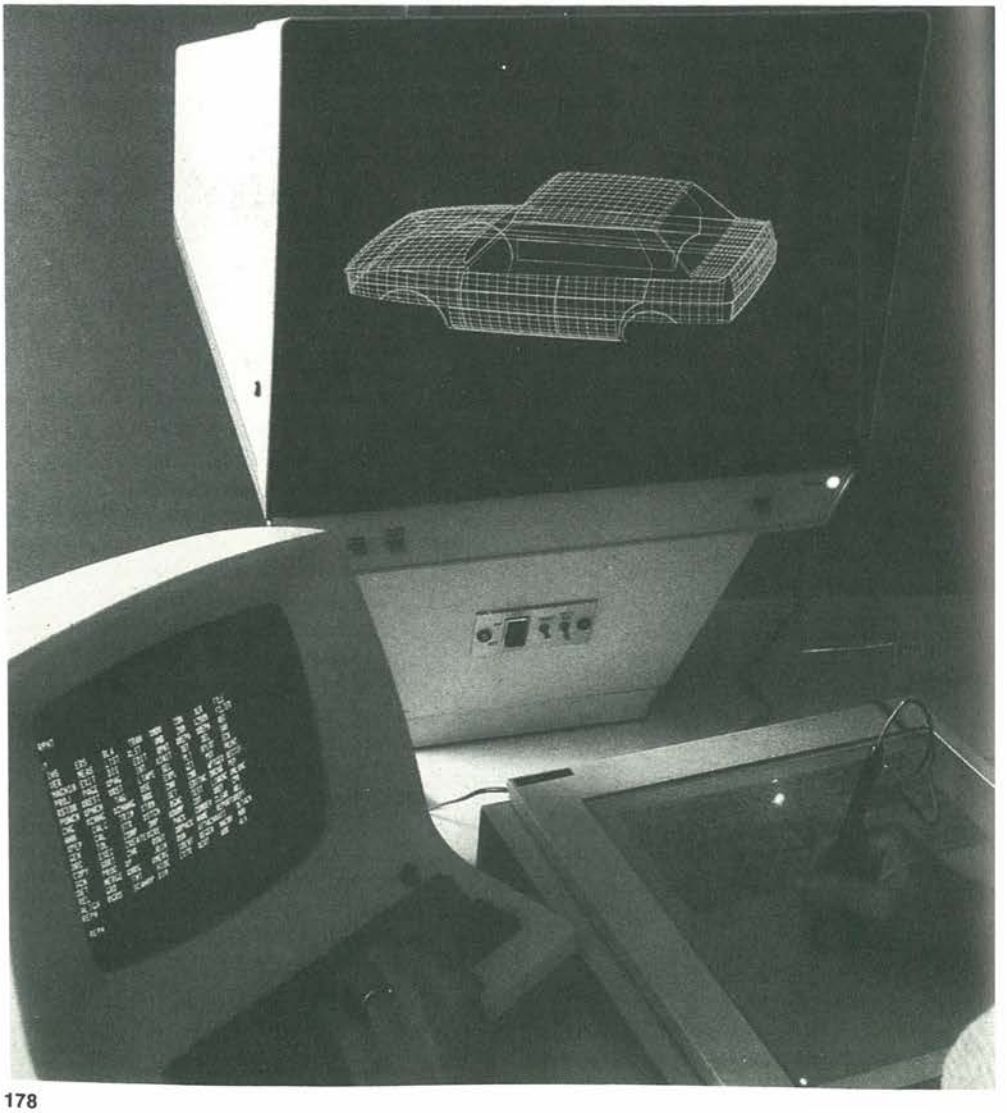
Fig. 177 - Postazione di lavoro notevolmente differente da quella presentata nella figura precedente. In questo caso si presuppone che il lavoro avvenga soprattutto via tastiera con l'eventuale uso della tavoletta grafica per input e/o selezione. La presenza di due monitors, indica che l'operatore deve eseguire operazioni di confronto e/o di selezione; la stampante è stata reputata superflua in questa disposizione, mentre la piccola tastierina è stata sostituita da regolatori in continuo.
La posizione è più indirizzata al processo di immagine che alla computer grafica. (Immagine cortesemente concessa dalla Comtal-USA).

177

sticate ed in presenza di sufficiente spazio è sempre opportuno provvedere dei piani di appoggio circostanti la postazione di lavoro: la loro utilizzazione sarà la più varia ma certamente utile (fig. 182). L'operazione di digitalizzazione è una delle più importanti, da essa dipende la correttezza dei dati di input; occorre quindi che venga fatta in una zona tranquilla e con una concentrazione che è direttamente proporzionale all'ampiezza dell'elaborato che si sta digitalizzando.
La digitalizzazione è una delle operazioni più faticose, sia per l'impegno fisico dell'operatore sia per l'attenzione che richiede. È opportuno usare insieme ad un sofisticato software, sistemi di controllo immediato che l'operatore effettua confrontando quello che sta digitalizzando con quanto appare sullo schermo a lui di fronte (fig. 183).
Quando le stazioni di lavoro su terminale non hanno uno spazio definito, o nel caso di microcomputer o terminali da tavolo, può accadere di disporre il terminale in posizione errata rispetto alle fonti luminose esistenti nel luogo di lavoro. Questo comporta non solo affaticamento da parte del personale ma induce spesso in errori di lettura del video (figg. 184 e 185).

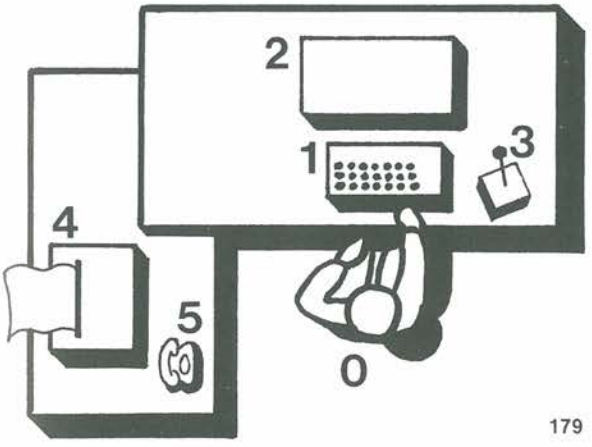
Si è già visto che è fondamentale, alfine di un corretto uso del terminale, l'angolo sotto il quale si legge il video. Specie qualora la postazione di lavoro faccia uso di monitors separati dal corpo della tastiera, è necessario eseguire un corretto posizionamento del monitor rispetto all'operatore.
Ora che la computer grafica è vista come parte dell'automazione degli uffici, e quindi la sua utilizzazione è previsto che abbia una crescita vertiginosa, è necessario prevedere impianti per sedute collettive nelle quali sia possibile fruire di sistemi di computer grafica ed eventualmente poterli utilizzare in maniera interattiva (figg. 186 e 187).
Sistemi di proiezione di immagini, elaborate tramite monitors e videografici, richiedono spazi ad hoc per potere essere pienamente fruiti. Per il vicino futuro è da prevedere peraltro una larga diffusione di sistemi interattivi connessi a sistemi di teleconferenza. Lo scorso anno, ad esempio, la Bell Telephone Company of America ha messo a punto un sistema di lavagna elettronica che permette ad un conferenziere di usare una lavagna a parete ed al pubblico della conferenza di vedere sul proprio monitor quanto viene disegnato, questo naturalmente via telefono.

Fig. 178 - In una corretta disposizione dell'apparecchiature di input ed output, non è complicato per un operatore impratichirsi in breve tempo e manovrare contemporaneamente il terminale alfanumerico (usato essenzialmente per richiamare funzioni in menù) e la tavoletta digitalizzatrice per interagire con la immagine.
È da ricordare che ben più comodo sarebbe utilizzare la penna luminosa, che opera sullo stesso schermo sul quale viene proposta la immagine. In questo caso l'utilizzazione di un video-grafico a memoria di immagine non permette l'utilizzazione della penna luminosa interattivamente. (Immagine cortesemente concessa dalla Computervision - Italia).



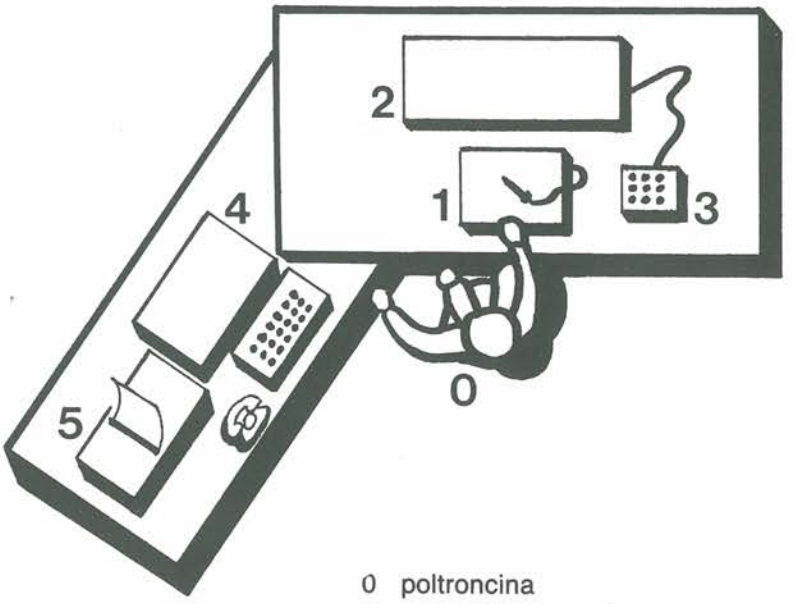
178

Figg. 179, 180, 181 e 182 - Alcune postazioni per computer grafica interattiva. Lo spazio richiesto aumenta con la complessità delle operazioni che si vogliono svolgere.



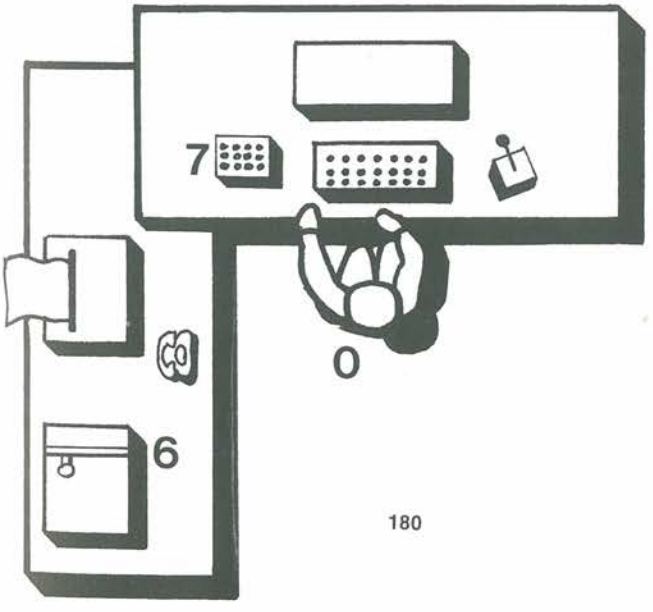
179

0 poltroncina
1 tastiera alfanumerica
2 videografico
3 joystck, track-ball, penna luminosa
4 stampante
5 telefono
6 plotter
7 tastierina per funzioni speciali



181

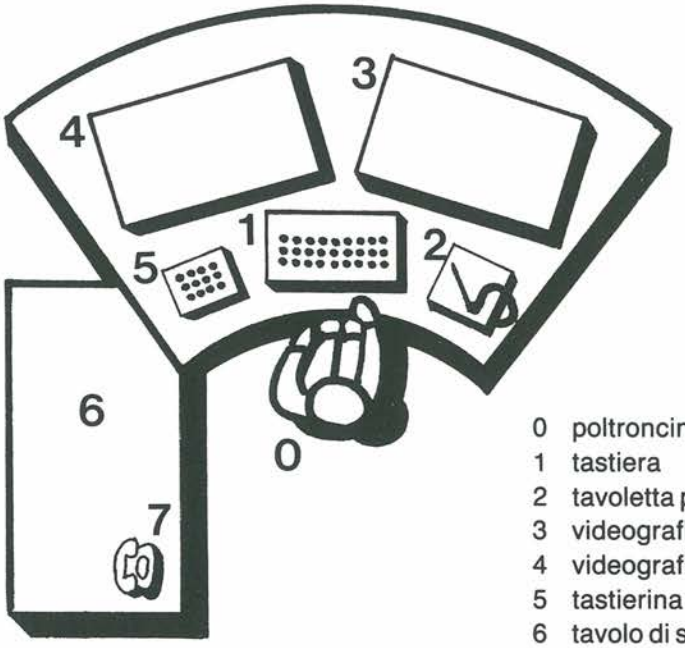
0 poltroncina
1 tavoletta per menú
2 videografico
3 tastierina per funzioni speciali
4 terminale con tastiera
5 hardcopy



180

Fig. 183 - Stazione di digitalizzazione per grandi elaborati.

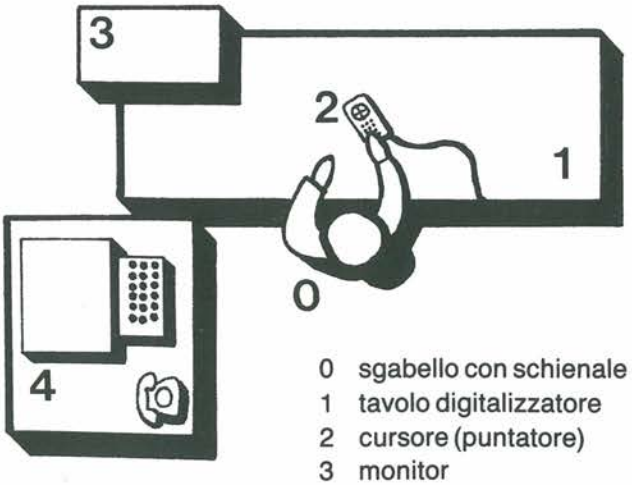
Figg. 184 e 185 - Disposizioni schermo - utente.



0 poltroncina
1 tastiera
2 tavoletta per menú
3 videografico di servizio in B/N
4 videografico a colori
5 tastierina funzioni speciali
6 tavolo di servizio

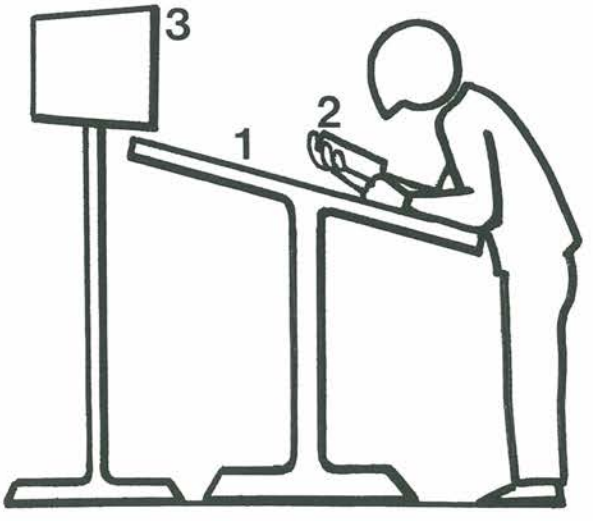
182

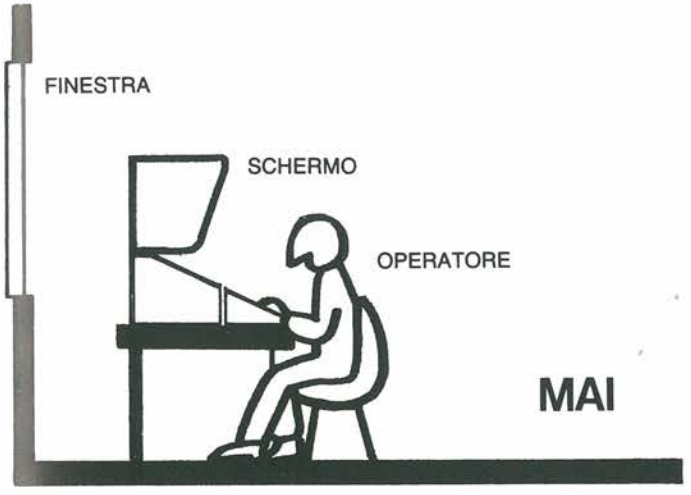
STAZIONE DI DIGITALIZZAZIONE PER GRANDI ELABORATI



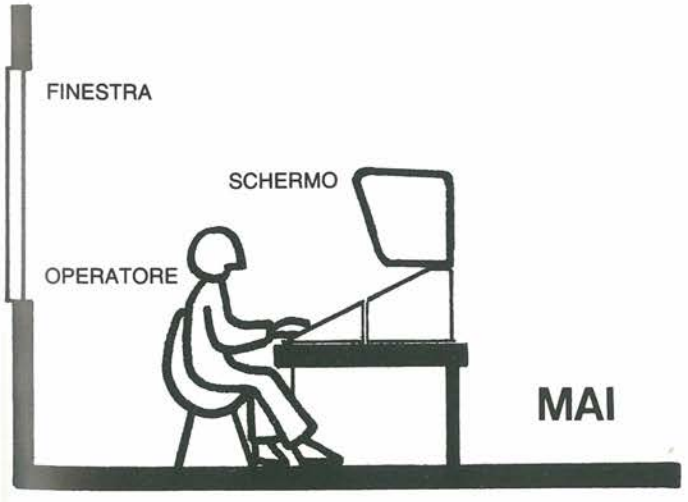
0 sgabello con schienale
1 tavolo digitalizzatore
2 cursore (puntatore)
3 monitor
4 terminale sistema

183




FINESTRA
SCHERMO
OPERATORE
MAI

MAI


FINESTRA
SCHERMO
OPERATORE
MAI

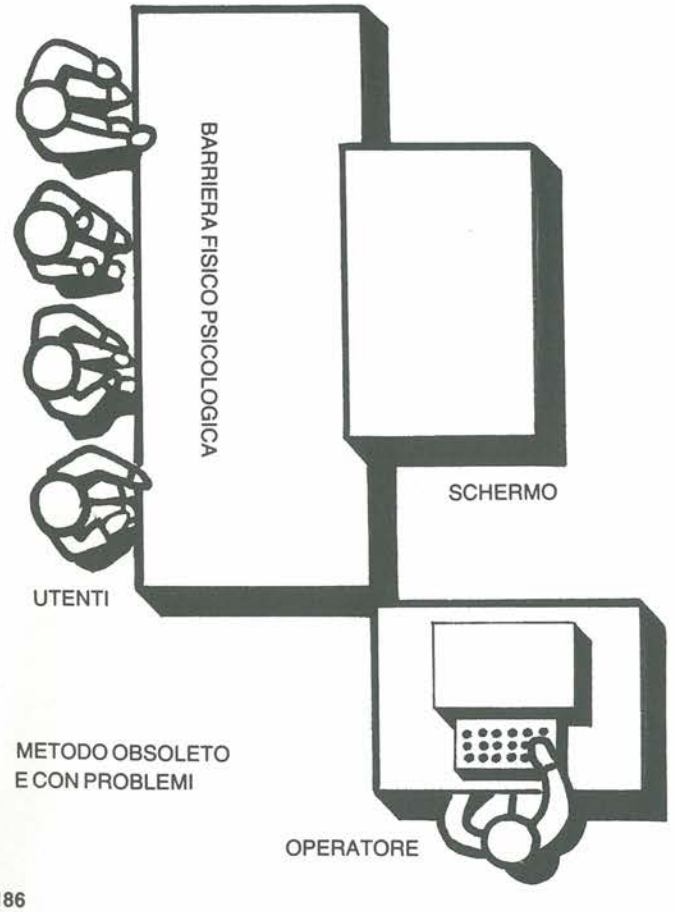
SI

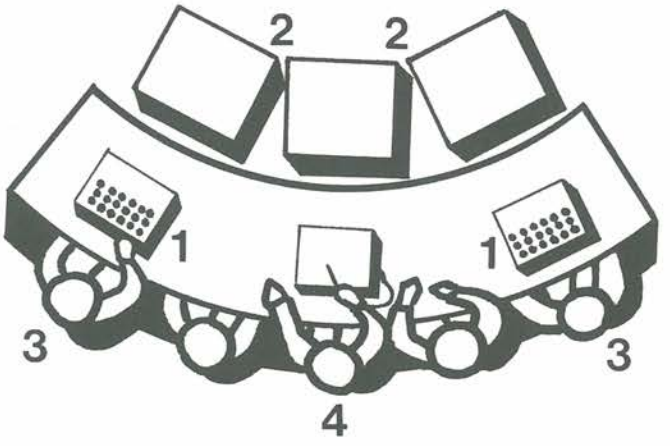
184

SI

185

COMPUTER GRAFICA NELLE SALE DI RIUNIONE

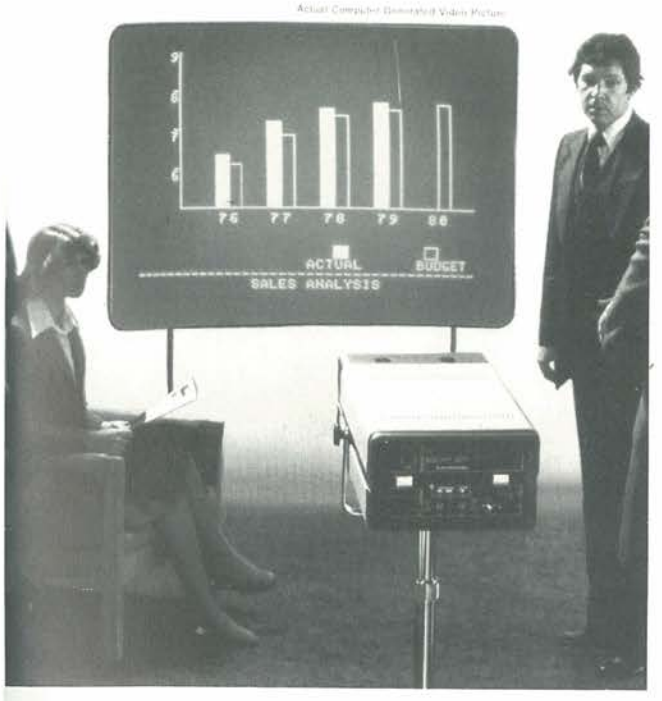




1 stazioni di input
2 terminali grafici
3 utenti
4 utilizzatore preferenziale

Fig. 186 - Disposizioni di sistemi grafici interattivi in sale di riunione.

Fig. 187 - Sistema di output su grande schermo per riunioni e presentazioni. (Immagine cortesemente fornita da Electrohome - USA Limited).



187

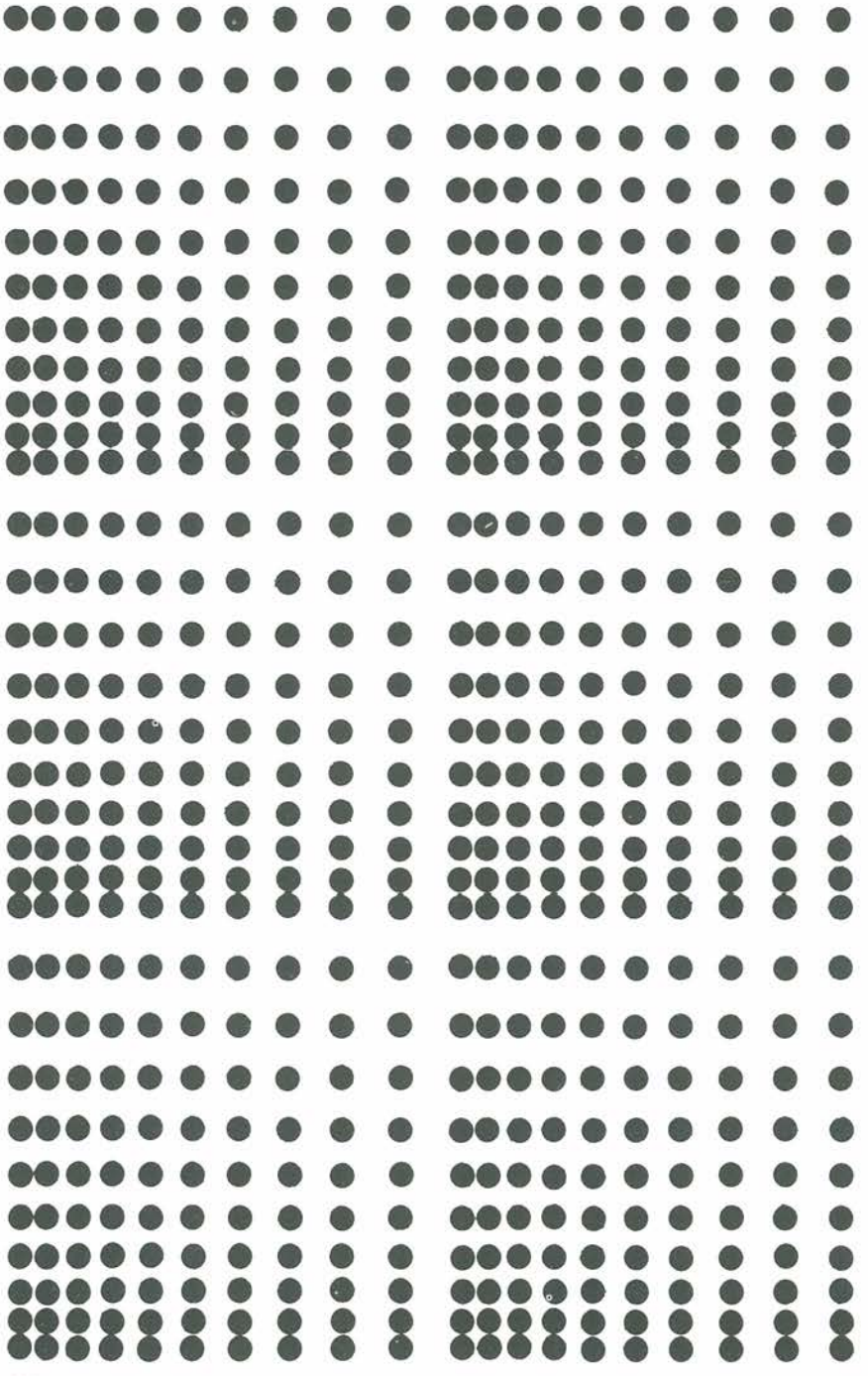
La rappresentazione nel piano e nello spazio

5.1 - Come costruire un'immagine bidimensionale; le primitive grafiche.
5.2 - Le trasformazioni nel piano:
– Traslazione
– Riflessione
– Rotazione
– Scala
5.3 - Trasformazioni tramite matrici sul piano.
5.4 - L'effetto finestra.
5.5 - La matrice delle trasformazioni nello spazio 3D.
5.6 - La restituzione assonometrica.
5.7 - La restituzione prospettica.

Nel capitolo che segue si affronta uno dei campi essenziali della computer grafica: la rappresentazione di forme.
Da questo punto in poi, nella trattazione non si fa riferimento alle periferiche.
Si è comunque considerato il videografico come la periferica che verrà sempre più abbondantemente utilizzata nella computer grafica interattiva, ad esso quindi, qualora si voglia, si può riferire la trattazione che segue.

5.1
Come costruire un'immagine bidimensionale; le primitive grafiche

Quando l'utente più comune si trova di fronte ad un videografico fornito di tastiera, la prima domanda che si pone è: come faccio a disegnare, un punto, un quadrato, etc. sullo schermo?
Domanda più che ovvia, generalmente superabile con un'attenta lettura dei manuali dei quali la macchina è fornita.
L'utilizzatore è abituato a lavorare con carta e penna: abbassando la matita su un foglio di carta riesce a fare un punto, tenendola premuta e facendola scorrere lascia una traccia scritta, sollevandola è in grado di spostarla in qualunque altro punto del foglio e ricominciare a disegnare qualora lo desideri. (Fig. 188).
Immaginiamo che lo schermo sia un foglio di carta sul quale disegnare; per eseguire le stesse operazioni che si sono fatte in precedenza occorre impartire alla macchina alcune istruzioni, semplici, limitate, ma essenziali: esse vengono generalmente chiamate le funzioni primitive grafiche.
Tali funzioni possono essere molto limitate in numero, ad esempio potrebbero essere solo due.
Una che posizioni la penna del disegnatore meccanico in un certo punto del foglio (nel caso dello schermo si tratta di posizionare il fascio di elettroni), ed un'altra che disegni una linea retta da una posizione ad un'altra, considerando la posizione raggiunta come la nuova posizione di partenza per eseguire una delle due operazioni consentite.
Con solo queste due funzioni è possibile disegnare qualunque oggetto.
Tutti i segni fatti su di un piano (spazio bidimensionale), sono descrivibili, in un riferimento cartesiano, mediante punti individuati da due coordinate.
Usando la percezione visiva, si usa il piano per eseguire processi logici. Questi processi sono descrivibili mediante le leggi della geometria euclidea: quella geometria caratterizzata dal fatto che le proprietà metriche delle figure rimangono inalterate qualora esse (le figure) vengano sottoposte ad una delle quattro operazioni geometriche: traslazione, riflessione, rotazione e scala.
Queste operazioni rappresentano, insieme all'effetto finestra, quelle fondamentali sulle quali si può basare un primitivo sistema di computer grafica.

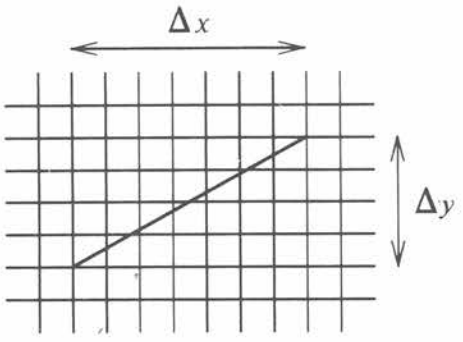


188

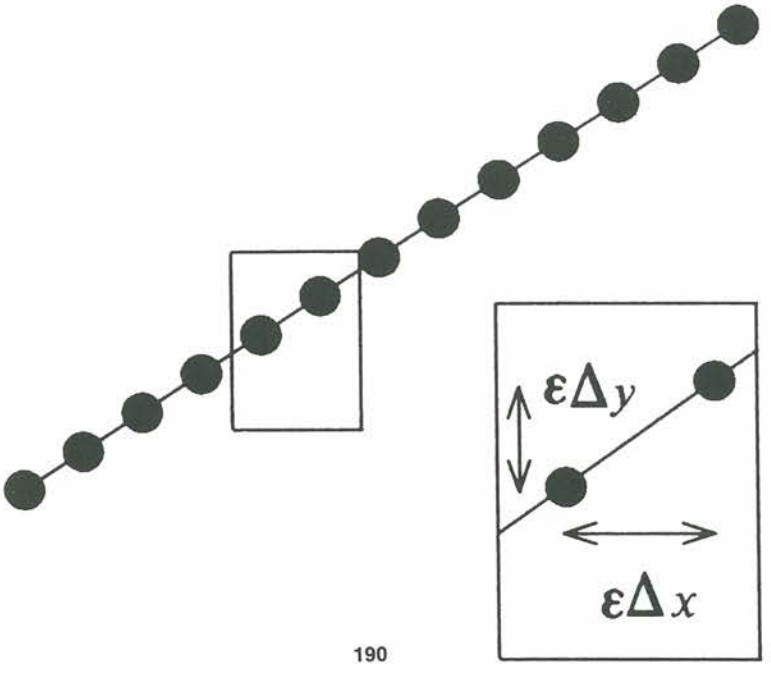
Fig. 188 - La matita è solo uno dei sistemi di disegno. Si può realizzare un'immagine anche incollando i cerchietti di carta, che si ottengono dalla comune macchina perforatrice usata in ufficio, su di un cartoncino. In tal caso la primitiva grafica è il dischetto di carta, un punto molto grosso ma pur sempre una componente elementare del disegno. (Immagine realizzata presso l'ISIA di Urbino, da studenti del corso di Psicologia della forma).

Fig. 189 - Lo schermo di un video grafico o il piano di lavoro di un plotter possono essere considerati comuni piani da disegno sui quali è possibile individuare ciascun punto tramite le coordinate x, y in un riferimento cartesiano.
Il numero dei pixels indirizzabili su di uno schermo è funzione delle caratteristiche costruttive e delle dimensioni dello schermo stesso.
I pixels sono schematizzabili con le intersezioni degli assi di una griglia fittizia tracciata sullo schermo. Valori oggi normali e che danno affidabilità per la videografica sono di 512 x 512 pixels (262.144) e 1024 x 1024 pixels (1.048.576).

Fig. 190 - In una situazione teorica ottimale i punti indirizzabili giacerebbero sulla congiungente i punti terminali della linea.



189



190

Si è visto come i sistemi di computer grafica attuali e quelli del futuro non potranno essere che interattivi. La periferica che verrà sicuramente sempre più utilizzata e che garantisce la interattività è il terminale video grafico.
Lo schermo del terminale può essere considerato un piano sul quale ciascun punto viene descritto da una coppia di coordinate (x, y), fig. 189. Su tale piano (schermo) esiste un certo numero di punti (dots o pixels) che è funzione delle caratteristiche costruttive e delle dimensioni del videografico. Il disegno sul videografico, (come si è visto nel cap. 4°) si realizza illuminando in maniera diversa, rispetto al colore o al tono di fondo, i contorni o tutta l'area compresa dal disegno. Si tratta quindi in definitiva di accendere o spegnere ed eventualmente colorare ciascun punto dello schermo in maniera tale da fare apparire ciò che si vuole. Si pensi allora di voler tracciare una linea congiungente due punti qualsiasi dello schermo.
I punti indirizzabili dello schermo sono rappresentati tramite le intersezioni degli assi di una griglia fittizia. (Vedi fig. 189).
Per ragioni di semplicità, immaginiamo che il punto iniziale e finale della linea, siano coincidenti con altrettanti punti della griglia: ciò vuol dire che una volta indirizzati rimarranno accesi. La linea d'altra parte per potere apparire sullo schermo dovrà essere il luogo dei punti accesi congiungente il punto iniziale con quello finale.
Unendo il punto iniziale con quello finale della linea, può accadere che la congiungente non passi per nessun altro punto di intersezione degli assi (nodi della griglia). Si pone quindi il problema: quali intersezioni (nodi) della griglia accendere per descrivere la linea?
Per questo scopo si utilizzano i cosidetti algoritmi di line-drawing (disegno di linee) altrimenti detti tecniche digitali per la generazione di vettori.
Qualora ci si trovasse in presenza di una situazione teorica, l'applicazione del metodo degli incrementi per descrivere una linea sarebbe come in fig. 190.
Purtroppo ciò non avviene ed in realtà occorre ricorrere ad algoritmi DDA (Digital Drawing Algorithm) che approssimino la situazione ideale.

Le linee disegnate sullo schermo devono comunque avere alcuni requisiti generali, mancando i quali non è accettabile utilizzare il video per computer grafica.
Le linee devono essere diritte, devono partire e tornare nel punto esatto nel quale si vogliono fare tornare, devono avere uno spessore costante, indipendentemente dalla lunghezza ed inclinazione. Caratteristica essenziale è poi che esse vengano disegnate rapidamente.
Vari sono gli algoritmi sviluppati, la fig. 191 ne rappresenta alcuni. Occorre notare che, un algoritmo usato per disegnare una linea retta non è il migliore per disegnare ad esempio un cerchio. Esistono a tal punto due possibilità: o si continua ad utilizzare l'algoritmo per disegnare linee anche per le curve, oppure si creano algoritmi per disegnare forme geometriche, oggetti, figure che vengono spesso utilizzate nell'uso dello specifico package grafico.
Si creano in tal modo altre funzioni grafiche primitive richiamabili anche tramite menù, che semplificano di molto il lavoro dell'operatore ed abbreviano il tempo di uso della macchina (computer). I menù a disposizione delle periferiche di input, (digitizers, joysticks, penne luminose) contengono funzioni primitive grafiche a disposizione dell'utente.

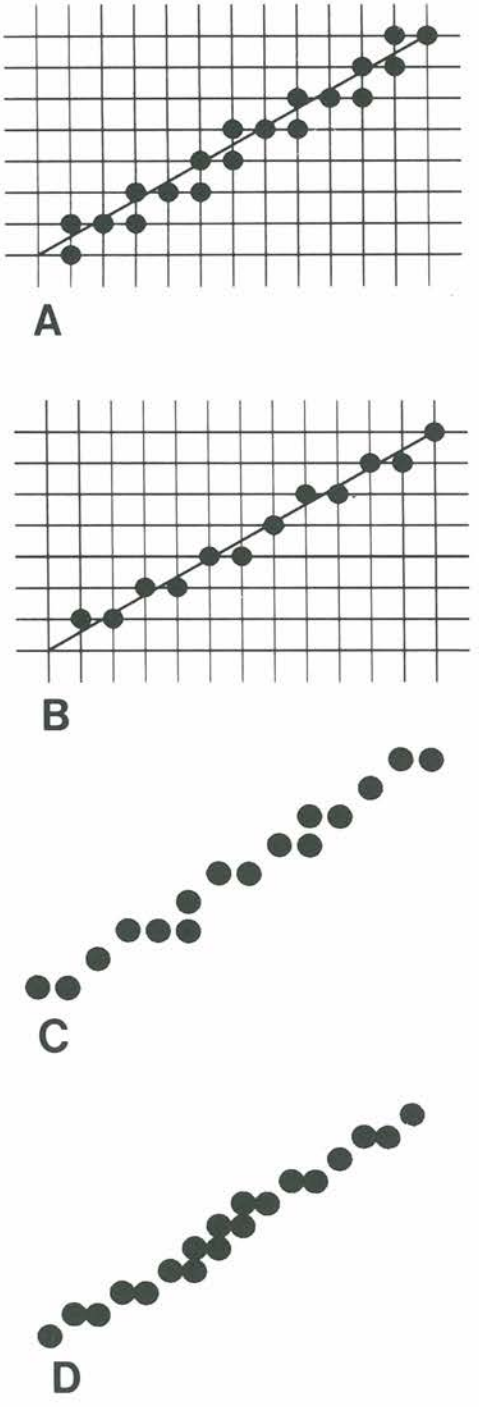
Per disegnare un cerchio di un determinato raggio in un determinato punto, basterà quindi impartire il comando:

cerchio (x, y, r)

per un triangolo equilatero di lato l e baricentro x, y:

triang (x, y, l)

E così via per tutte le primitive che vengono reputate fondamentali in ogni specifica applicazione di computer grafica. La bontà dei packages grafici, siano essi orientati ad utenti particolari o di carattere generale, risiede anche nel come sono state disegnate le funzioni primitive grafiche disponibili. Qualora esse siano state ben progettate, un operatore salva il suo tempo usandole, è sicuro del risultato e non aggrava il computer con lunghe procedure di calcolo.
Proprio al fine di accelerare i tempi, si tende oggi ad avere le funzioni primitive grafiche in hardware. Questo permette, assieme ad un risparmio di tempo, di incentivare l'interattività eliminando i tempi di attesa ed assicurando i risultati.



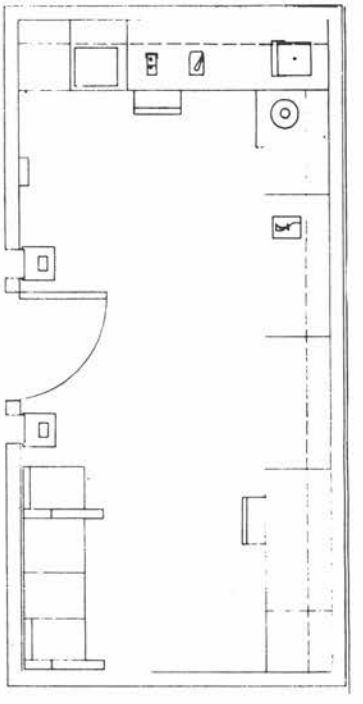
191

L'utilità delle funzioni grafiche primitive, è essenziale in diversi campi di applicazione: uno di questi è il CAD in ingegneria civile ed in architettura. In questi campi la comunicazione avviene essenzialmente tramite elaborati in due dimensioni, rappresentanti tramite sezioni ad hoc, l'oggetto tridimensionale in via di progettazione o realizzazione.
Uno degli elaborati principali del progetto architettonico, è la pianta (cioé la sezione orizzontale dell'edificio).
Qualora il progettista usi uno schema modulare di progettazione, o un sistema a componenti, il videografico interattivo permette, avendo a disposizione un abaco di tutti i componenti disponibili, di progettare posizionando nel piano i componenti stessi tramite una delle periferiche di input e di fruire il disegno completo tramite una delle periferiche di output.
Il grafico di fig. 192, mostra come è possibile usare una procedura interattiva nella costruzione di una semplice cellula abitativa. Una volta che la cellula abitativa è stata disegnata, si può passare ad operazioni di controllo, verifica, etc. È infatti possibile che le singole funzioni primitive grafiche utilizzate (ad es. pannello divisorio, pannello finestra, pannello solaio, pannello porta, etc.) non contengano solo informazioni di carattere grafico, ma anche quelle di carattere costruttivo, di resistenza, di costo, di compatibilità. È possibile allora dopo avere disegnato la cellula, fare effettuare dal computer il computo metrico, l'analisi dei costi, etc.
Nel caso si usi questa caratteristica, propria delle funzioni grafiche primitive, esse vanno a costituire un vero e proprio data-base, cioé un dizionario di forme e di dati al quale il progettista ricorre per effettuare una progettazione completamente interattiva.
Qualora ad esempio si stia progettando una pianta modulare e ripetitiva, formata dalla aggregazione di più cellule appartenenti a tipi diversi, è possibile allargare il data-base definendo in esso alcune cellule progettate tramite le primitive grafiche ed oramai accettate dal progettista come ottimali.

Si tratta in tal caso di aggregare cellule già progettate ed ottenere in tempo reale la verifica di quello che si sta facendo.
Le possibilità di una progettazione di tal tipo sono molteplici e tutte stimolanti:
- riduzione dei tempi di disegno;
- esaltazione della creatività del progettista;
- controllo rapido della attendibilità del progetto;
- interattività nella presa di decisioni.

Fig. 191 - La figura rappresenta alcuni algoritmi utilizzati per disegnare linee sullo schermo. Il tipo A è chiamato simmetrico, il tipo B invece, più semplice di quello A, disegna la stessa linea con un minor numero di punti.
Alcuni tipi di algoritmi sono nettamente carenti come il tipo C dove la linea non viene individuata uniformemente nelle sue varie parti dai pixels ed il tipo D dove addirittura la densità dei pixels non è uniforme.

Fig. 192 - La figura mostra l'aggregazione di un cellula di una struttura ospedaliera. Una volta decisa la cellula ottimale, essa viene aggregata e disegnata completa di tutte le sue attrezzature. Può essere anche modificata (vedi cellula di testata del corridoio) per ospitare attrezzature di tipo diverso ovvero aggregata in maniera tale da ottenere spazi più grandi; in questo caso ovviamente il progettista può far rimuovere dal sistema le partizioni verticali non desiderate.
L'immagine, una tipica pianta (sezione orizzontale) architettonica non quotata, è stata realizzata su carta tramite plotter.



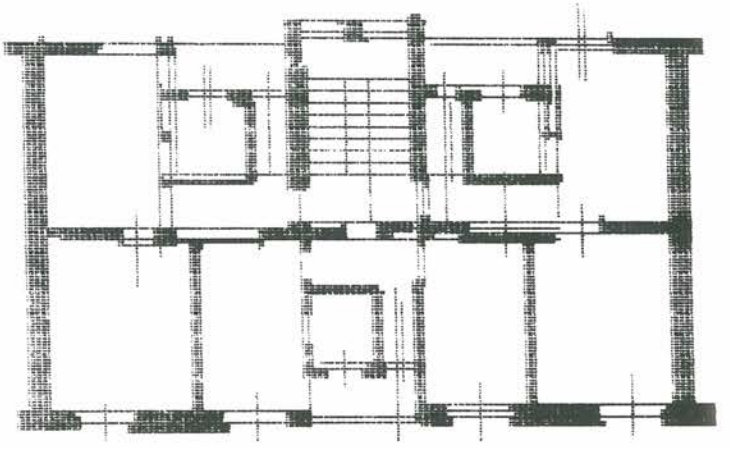
192

5.2
Le trasformazioni nel piano

Fig. 193 - La figura mostra una pianta di una casa (figura superiore). Su di essa è stata effettuata l'operazione di scala (è stata rimpicciolita in modo tale che ne potessero entrare due nello stesso spazio) ed in questo caso (vedi immagine sottostante) è stata effettuata anche l'operazione di traslazione.

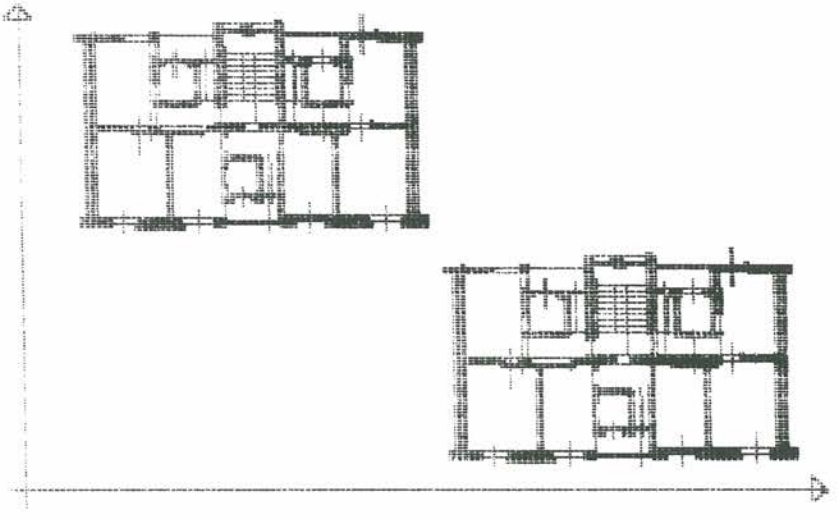
Fig. 194 - La riflessione sul piano cartesiano.

Per operare sulle figure piane, si usa generalmente la geometria euclidea; tramite essa è possibile imporre trasformazioni alle figure piane, tali che rimanendo inalterate le loro proprietà metriche si è in grado di operare sulla figura (definita) posizionandola in qualunque parte del piano di lavoro, e modificandone le dimensioni a piacimento.
Le trasformazioni di traslazione, riflessione, rotazione e scala sono essenziali per l'utilizzatore il quale può tramite esse manipolare a piacimento le immagini e crearle ad hoc, rimanendo le sole limitazioni della accuratezza delle primitive a disposizione e della creatività dell'utente.

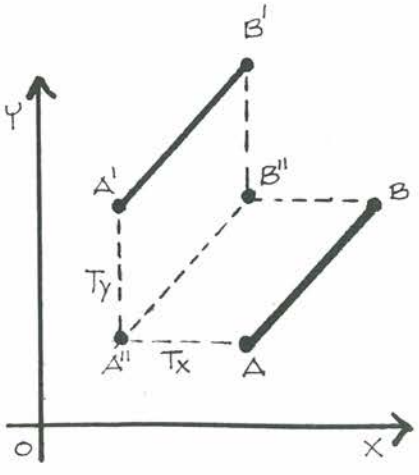


Traslazione

Nel piano cartesiano si definisce traslazione di una figura, uno spostamento rigido della figura che lasci inalterato l'orientamento del sistema. (Fig. 193).
In una traslazione tutti i punti del sistema subiscono un medesimo spostamento vettoriale.
Dato il segmento A-B di coordinate iniziali x_o y_o, il segmento traslato A'-B' si ottiene applicando una traslazione T_x, ad A-B ed una T_y a A'' B''.
Così da ottenere A'-B'.



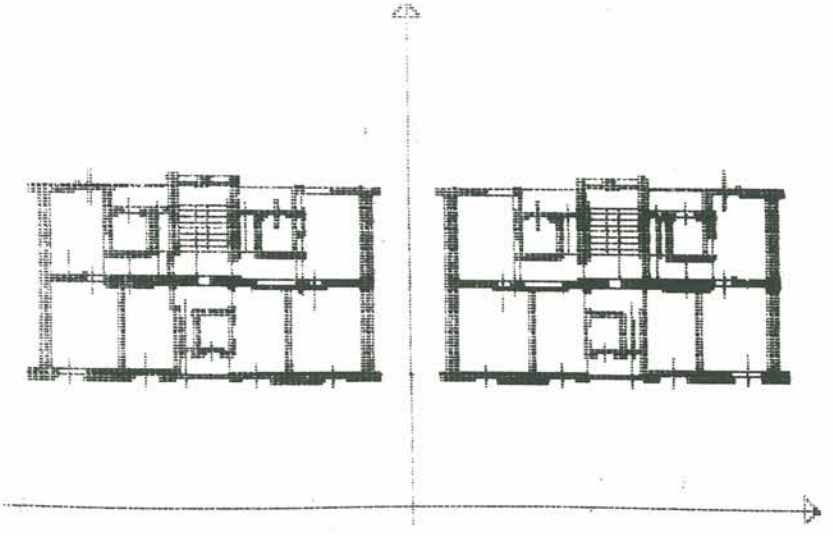
193



Le formule generali della traslazione sono:

$x_t = x_o + T_x \qquad -\infty < T\,x < \infty$

$y_t = y_o + T_y \qquad -\infty < T\,y < \infty$



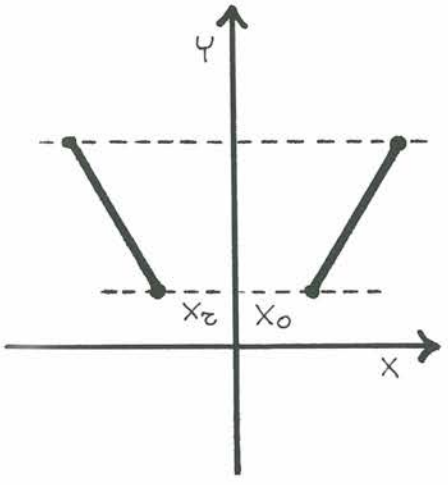
194

Riflessione

Nel piano cartesiano si definisce riflessione quello spostamento di una figura equivalente ad una rotazione attorno ad uno o ambedue gli assi del riferimento. (Fig. 194).
Per la riflessione attorno all'asse x, basta modificare le coordinate come segue:

$$y_r = -y_o$$

$$x_r = x_o$$



ed ovviamente per la riflessione attorno all'asse y

$$y_r = y_o$$

$$x_r = -x_o$$

Una rotazione della figura attorno ad ambedue gli assi del piano porterà la figura nel quadrante opposto del piano cartesiano.

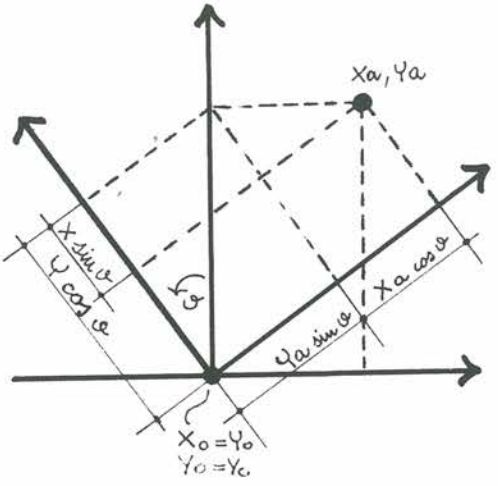
Rotazione

Si definisce rotazione (sul piano) quello spostamento che lascia fisso un solo punto del piano. Tale punto viene detto centro della rotazione.
La rotazione è individuata dall'angolo di rotazione e dal centro di rotazione.
Le formule generali della rotazione sono:

$$x = x_c + (x_a - x_c) \cos \theta + (y_a - y_c) \operatorname{sen} \theta$$

$$y = y_c - (x_a + x_c) \operatorname{sen} \theta + (y_a - y_c) \cos \theta$$

Dove x_c, y_c sono le coordinate del centro, x_a, y_a sono le coordinate di punto iniziali.
Il caso banale è che il centro di rotazione coincida con l'origine degli assi.



Cambiamento di scala

Il cambiamento di scala è quella trasformazione mediante la quale si possono cambiare le dimensioni di una figura ottenendo una figura simile alla precedente (vedi figg. 193 e 194).
Le coordinate si ottengono dalle coordinate iniziali x_o, y_o, tramite:

$$x_s = x_o S_x$$

$$y_s = y_o S_y$$

Generalmente accade che $S_x = S_y = S$, ed S viene chiamato fattore di scala. Il fattore di scala non è mai negativo, se maggiore di uno la figura risulterà ingrandita; se minore di uno la figura risulterà di dimensioni minori rispetto a quelle iniziali.
Un valore negativo del fattore di scala è la combinazione di una operazione di scala e di una riflessione.

5.3
Trasformazioni tramite matrici sul piano

È ovvio che ogni punto in un riferimento cartesiano piano è rappresentato da due coordinate (x ed y): è altrettanto ovvio che questi due elementi (le due coordinate) possono essere presentate come una matrice di una riga e due colonne:

$$[\,x \quad y\,]$$

Risulta essere meno banale il fatto che molti dei problemi in matematica e fisica possono essere risolti tramite l'algebra delle matrici.
In computer grafica si fa un largo uso di matrici per effettuare rapidamente ed in maniera compatta le trasformazioni geometriche su punti.
Il tipico problema è questo:
dato un punto di coordinate x, y, quale operazione geometrica devo applicargli per ottenere il punto desiderato di coordinate x^*, y^*.
In computer grafica viene interpretata una moltiplicazione di matrici come un operatore geometrico, l'eseguire la moltiplicazione comporta quindi trasformare le coordinate del punto iniziale in quelle del punto finale.
È del resto vero che la moltiplicazione di una matrice di una riga e due colonne per una matrice quadrata (2 x 2) comporta il risultato di una matrice di una riga e due colonne:

$$[\,x \quad y\,] \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = [\,x^* \quad y^*\,]$$

Le coordinate x, y sono le coordinate iniziali del punto; le x^*, y^* quelle finali, la matrice di elementi a, b, c, d è la matrice di trasformazione.
In accordo con il fatto che per le proprietà della moltiplicazione tra matrici (vedi Appendice):

$$[\,x \quad y\,] \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} =$$

$$= [\,(ax + cy) \quad (bx + dy)\,] = [\,x^* \quad y^*\,]$$

al variare dei quattro termini della matrice di trasformazione si otterranno vari tipi di trasformazioni.

In dettaglio:

$$\begin{vmatrix} a & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

trasla un punto secondo l'asse x;

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & d \end{vmatrix}$$

trasla un punto secondo l'asse y;

$$\begin{vmatrix} a & 0 \\ 0 & d \end{vmatrix}$$

trasla un punto secondo l'asse x ed y;

$$\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

riflette un punto attorno l'asse y;

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix}$$

riflette un punto attorno l'asse x;

$$\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix}$$

riflette un punto rispetto all'origine;

$$\begin{vmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

deforma le coordinate y^* secondo la formula $y^* = y + bx$;

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ c & 1 \end{vmatrix}$$

deforma le coordinate x^* secondo la formula $x^* = x + cy$;

$$\begin{vmatrix} a & 0 \\ 0 & a \end{vmatrix}$$

applica il fattore di scala alle coordinate di punto;

$$\begin{vmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{vmatrix}$$

ruota le coordinate di un punto per una rotazione antioraria con centro nell'origine.

La matrice 2x2 sin qui esaminata ha caratteristiche peculiari, quali ad esempio il fatto di lasciare invariate le coordinate dell'origine, infatti:

$$[\,0 \quad 0\,] \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = [\,0 \quad 0\,]$$

e di permettere rotazioni solamente intorno all'origine.
Una delle ragioni fondamentali delle limitazioni di tale matrice risiede nel fatto che non è possibile introdurre nei suoi termini le costanti di traslazione.
È possibile superare questo problema rappresentando un vettore di n componenti tramite un vettore di n + 1 componenti, utilizzando cioè le coordinate omogenee nel vettore ad n dimensioni.
Considerando le coordinate fisiche

$$[\,x \quad y\,]$$

e le coordinate omogenee

$$[\,hx \quad hy \quad h\,]$$

La relazione che lega le coordinate fisiche alle omogenee è:

$$x = \frac{hx}{h} \qquad y = \frac{hy}{h}$$

Ponendo h = 1 le trasformazioni nel piano di un qualunque punto di coordinate omogenee [x y 1] possono essere ottenute eseguendo la moltiplicazione tra le matrici:

$$[x\ y\ 1] \begin{vmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Per quanto concerne la matrice 3 x 3 conviene considerare la notazione più generale

$$\begin{vmatrix} a & b & p \\ c & d & q \\ m & n & s \end{vmatrix}$$

cosicchè le coordinate trasformate di un generico punto [X Y H] siano ottenibili da quelle iniziali [x y 1] tramite la operazione di moltiplicazione sotto indicata:

$$[\,X \quad Y \quad H\,] = [\,x \quad y \quad 1\,] \begin{vmatrix} a & b & p \\ c & d & q \\ m & n & s \end{vmatrix}$$

La matrice delle trasformazioni (3 x 3) opera tramite i termini a, b, c, d producendo un cambiamento di scala, una deformazione ed una rotazione, i termini m, n producono una traslazione, mentre p, q producono una proiezione, s poi produce una trasformazione di scala su tut-

te le coordinate (se s è minore di 1 si otterrà un ingrandimento, con s maggiore di 1 si otterrà una riduzione). Per operare sul piano x, y occorre mantenere $p = q = 0$.

Operare trasformazioni nel piano tramite matrice è conveniente per compattezza di trattamento del data-base ed in accordo al fatto che molti dei linguaggi utilizzati nei calcolatori permettono di compiere direttamente operazioni sulle matrici.

Uno dei vantaggi nell'utilizzare la matrice di trasformazione è quello di poter effettuare rotazione con centro in qualsiasi punto e non solamente attorno all'origine come tramite la matrice 2 x 2:

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$$

Qualora infatti si voglia ruotare di un angolo positivo θ, un punto di coordinate x, y attorno ad un generico centro di coordinate m, n si dovrà seguire la sottoindicata procedura:

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \end{vmatrix} \cdot \underbrace{\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -m & -n & 1 \end{vmatrix}}_{\mathbf{A}} \cdot \underbrace{\begin{vmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}}_{\mathbf{B}} \underbrace{\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ m & n & 1 \end{vmatrix}}_{\mathbf{C}} = \begin{vmatrix} X & Y & H \end{vmatrix}$$

1) Si trasla il centro di rotazione nel centro del riferimento. (A)
2) Si effettua la rotazione desiderata. (B)
3) Si trasla nuovamente il risultato nel centro originale della rotazione. (C)

La serie di operazioni precedente può essere scritta più sinteticamente:

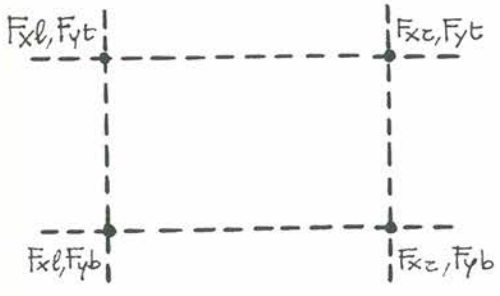
$$[X \quad Y \quad H] = [x \quad y \quad 1] \cdot$$

$$\begin{vmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ -m(\cos\theta - 1) + n\sin & -m(\sin\theta) - n\sin\theta & 1 \end{vmatrix}$$

Con quanto precedentemente detto è quindi possibile operare trasformazioni nel piano, occorre però ricordare che la moltiplicazione delle matrici non possiede la proprietà commutativa, è quindi importante prestare attenzione all'ordine nel quale vengono eseguite complesse operazioni di trasformazione.

5.4
L'effetto finestra

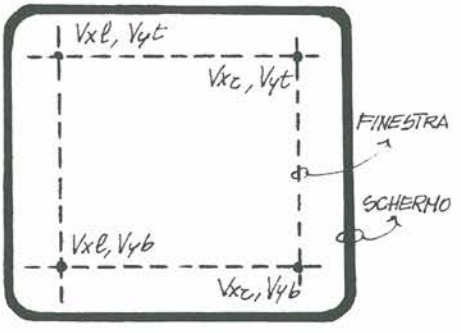
Si è visto che tramite le trasformazioni sul piano è possibile operare sugli oggetti contenuti in una data-base. Occorre ricordare una limitazione propria della strumentazione utilizzata in video grafica ed in genere della facoltà di osservazione della persona: le dimensioni della zona di osservazione.
Se si prende ad esempio un video grafico e su di esso si vuole rappresentare un data-base comunque definito, se il data-base è grande si ottengono immagini molto piccole non dettagliate e quindi povere dal punto di vista informativo. Né tanto meno è possibile pensare di usare videografici comunque grandi.
È necessario allora prevedere la possibilità di focalizzare l'attenzione su una parte del data-base considerato. Questo permette oltre alla possibilità di esaminare a pezzi il data-base, anche di investigare su parti comunque piccole operando convenientemente tramite il fattore di scala applicato agli oggetti contenuti nel data-base.
Si tratta, in breve, di usare lo schermo del video grafico come una finestra da manovrare sul piano del data-base, prestando attenzione a questo o quell'oggetto, e di dotare la finestra in questione di una lente tale che avvicinandola al data-base si possa investigare nel particolare e che allontanandola fornisca una visione con minori dettagli ed un maggior numero di oggetti (Fig. 196).
La finestra è quindi uno strumento necessario per investigare i data-base in computer grafica attraverso le sue periferiche di output (essenzialmente il video-grafico ed il plotter).
Una finestra è individuata attraverso le coordinate dai suoi quattro vertici:



l = left, sinistra b = bottom, basso

r = right, destra t = top, alto

Le coordinate della finestra vengono espresse nello stesso riferimento nel quale vengono espresse le coordinate degli oggetti contenuti nel data-base.
Il problema che si vuole risolvere è quello di rappresentare tramite coordinate di schermo X_s, Y_s (cioè sul video grafico e/o sul piano di lavoro del plotter) un punto di coordinate iniziali X_f, Y_f che cade all'interno della finestra imposta al data base iniziale.
La situazione più generale è che la finestra sia comunque posizionata all'interno dello schermo,



e che le sue coordinate in coordinate di schermo siano espresse dal V_{xl}, V_{xr}, V_{yt}, V_{yb}.
La finestra, una volta posizionata sullo schermo, prende il nome di piano visuale.
Le coordinate del singolo punto x, y in coordinate di schermo sono:

$$X_s = \frac{V_{xr} - V_{xl}}{F_{xr} - F_{xl}} \cdot (X_f - F_{xl}) + V_{xl}$$

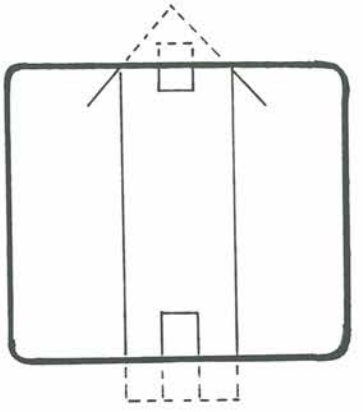
$$Y_s = \frac{V_{yt} - V_{yb}}{F_{yt} - F_{yb}} \cdot (Y_f - F_{yb}) + V_{yb}$$

Le equazioni sopra esposte possono essere sinteticamente espresse da

$$X_s = a\,X_f + b$$
$$Y_s = c\,Y_f + d$$

cfr. algoritmo SPROULL SUTHERLAND (vedi bib. 73).
Tramite l'algoritmo su esposto è quindi possibile trasferire le coordinate di qualunque punto del data-base in modo tale da far apparire la sua immagine nella finestra sullo schermo.

Non ci sono problemi qualora l'oggetto che si vuole rappresentare sullo schermo cada tutto completamente all'interno della finestra; il problema è meno banale quando i lati dell'oggetto intersecano gli spigoli della finestra.



Occorre in tal caso applicare un algoritmo, così chiamato di clipping (to clip = eliminare le sbavature), cioè di taglio delle linee che escono dalla finestra e di esclusione di quelle che non sono in esse comprese nemmeno in parte.
L'algoritmo di clipping è stato, tra gli altri, studiato da Sproull e Sutherland, i quali hanno chiamato questo algoritmo "midpoint algorithm" cioè algoritmo del punto di mezzo, in quanto nella sua esecuzione il primo passo è quello di calcolare il punto di mezzo di ciascuna delle linee da rappresentare.
Considerando le situazioni possibili per i punti iniziale e finale della generica linea contenuta nel data-base, rispetto ad una qualunque finestra i casi possibili sono tre:

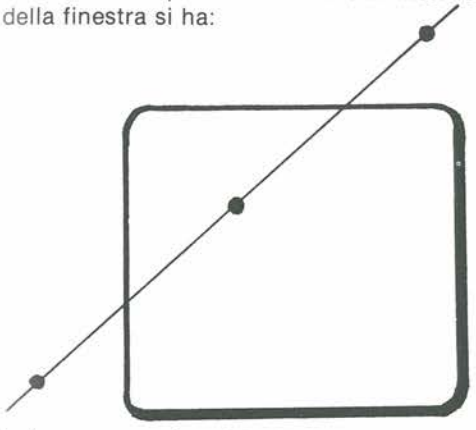
1) linee che non hanno alcuna delle due estremità in vista;
2) linee che posseggono una sola delle due estremità nella finestra;
3) linee che posseggono ambedue le estremità nella finestra.

Per quanto riguarda le linee del primo tipo, esse possono essere tranquillamente escluse, perchè non ricadono nella finestra nemmeno in parte, qualora sia verificata una delle seguenti situazioni per ambedue le estremità:

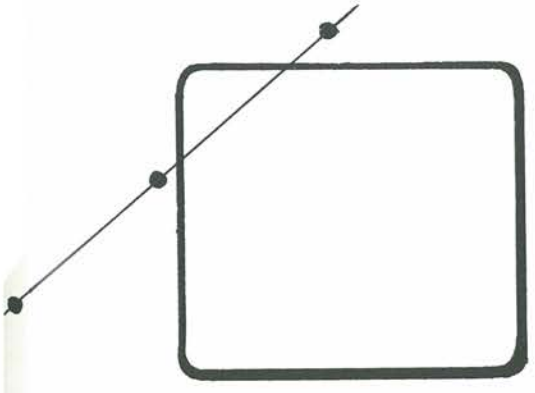
a) si trovano ambedue sulla destra della finestra;

b) si trovano ambedue al di sopra;
c) si trovano ambedue a sinistra;
d) si trovano ambedue al di sotto.

Le precedenti condizioni rappresentano il primo filtro che le linee devono passare; una volta superato, secondo l'algoritmo di Sproull e Sutherland, se ne calcola il punto mediano. Se il punto di mezzo è all'interno della finestra si ha:



I due segmenti così individuati verranno trattati dall'algoritmo con quelli ricavati nel caso n. 2: qualora il punto mediano non cada all'interno della finestra, la linea viene divisa in due segmenti, uno solo dei quali può attraversare la finestra.



Eseguendo sui due segmenti la prova del punto di mezzo si individua in questo caso quale delle due parti attraversa la finestra. Qualora dalla prova fatta si ottenga che ambedue le metà non passano attraverso la finestra, l'intera linea deve essere scartata. In questo algoritmo la finestra viene rappresentata circondata da otto parti di piano del data-base considerato.

1001	1000	1010
0001	0000	0010
0101	0100	0110

Questo facilita di molto le considerazioni perchè qualora la linea considerata abbia il punto di mezzo nei quadranti 1001 o 0110 ed il suo andamento risulti crescente, potrà essere sicuramente scartata; analogamente per le linee con punto mediano nei quadranti 1010 e 0101 qualora il loro andamento risulti decrescente.
Anche per le linee del caso n. 2, cioè quelle con una sola estremità all'interno della finestra, si calcola il punto mediano; qualora esso cada al di fuori della finestra, si elimina la parte esterna della linea e si ritorna al caso n. 2, qualora invece il punto di mezzo cada all'interno della finestra, poichè esso giace sicuramente sulla linea ed è più vicino al bordo della finestra di quanto lo sia l'estremità giacente all'interno della finestra stessa, si cerca allora nella metà della linea intersecante il bordo della finestra il punto di intersezione tra questo e la parte di linea. Una volta risolto anche questo caso, non rimane altro che trasferire in coordinate di schermo le coordinate di estremità di tutte le linee in esso ricadenti.

5.5
La matrice delle trasformazioni nello spazio 3D

Poter rappresentare tramite la computer grafica gli oggetti nello spazio a tre dimensioni è assolutamente necessario in quanto la nostra conoscenza si esplica nello spazio. Se si pensa a come un osservatore esamina un oggetto che gli capita tra le mani per la prima volta, si vedrà che se lo rigira tra le mani, lo allontana dagli occhi per averne una veduta di insieme, lo avvicina agli occhi per guardarlo meglio, eventualmente lo deforma per scoprirne i segreti. Esaminando in tal modo un oggetto non si fa altro che operare trasformazioni nello spazio a 3D (rotazioni, traslazioni, etc...) intese come strumenti di conoscenza e di apprendimento.
Sulla scorta di quanto detto nel paragrafo 5.3, conviene esprimere le coordinate di un qualsiasi punto (x, y, z) nello spazio 3D tramite le sue coordinate omogenee:

$$[x\ y\ z\ 1]$$

utilizzando cioè un vettore a quattro dimensioni. Per analogia con quanto detto per le trasformazioni sul piano è possibile dire che esiste una matrice T tale che operi le trasformazioni sulle coordinate iniziali del punto, verificando la relazione:

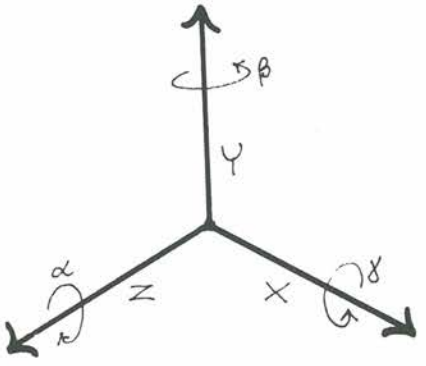
$$[x^*y^*z^*1] = [x\ y\ z\ 1]\ T$$

Si tratta di esaminare dettagliatamente la matrice T.
Essa innanzitutto è una matrice (4x4), gli elementi della quale conviene indicare come di seguito:

$$\left|\begin{array}{ccc|c} a & b & c & p \\ d & e & f & q \\ h & i & j & r \\ \hline l & m & n & s \end{array}\right|$$

Per quanto si vedrà è opportuno dividere la matrice T in quattro parti individuando una matrice di 3x3, due vettori, uno da 3x1 ed uno da 1x3 ed un ultimo elemento di posizione (4,4).
La matrice suddetta può eseguire ogni tipo di trasformazione sulle coordinate del generico punto dello spazio e precisamente: può deformarle, variarne la scala, ruotarle, rifletterle, traslarle e trasformarle secondo la legge della prospettiva.

Per quanto riguarda la rotazione, considerando una terna di assi cartesiani uscenti dall'origine con verso positivo come indicato dalla figura ed il senso positivo della rotazione attorno agli assi come indicato;



si può considerare la rotazione di qualunque punto attorno all'origine sul piano x,y, come una rotazione di valore α nello spazio attorno all'asse z. Si può quindi scrivere:

$$[x^*y^*z^*1] = [x\,y\,z\,1] \begin{vmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Analogamente una rotazione attorno all'asse y, può essere considerata una rotazione sul piano x,z e si ha:

$$[x^*y^*z^*1] = [x\,y\,z\,1] \begin{vmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed una rotazione attorno all'asse x può essere considerata una rotazione sul piano y,z, fornendo:

$$[x^*y^*z^*1] = [x\,y\,z\,1] \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\gamma & \sin\gamma & 0 \\ 0 & -\sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

È quindi ovvio che per la ortogonalità dei tre assi dello spazio cartesiano per una qualunque trasformazione che implichi rotazione attorno a ciascuno dei tre assi si possono ottenere le coordinate finali trasformate del generico punto moltiplicando quelle iniziali per ciascuna delle tre matrici sopra riportate.

Poiché la moltiplicazione tra matrici non contempla la proprietà commutativa è necessario stabilire un ordine secondo il quale eseguire le rotazioni; a seguito di ciò è possibile compattare le tre matrici suddette in una.
Assumendo il riferimento precedente, con i versi positivi come indicati dalle frecce, ed eseguendo le rotazioni dapprima intorno all'asse z poi intorno all'asse y e per ultimo attorno all'asse x, si può scrivere:

$$[x^* y^* z^* 1] = [x\ y\ z\ 1]\ T$$

dove x^*, y^*, z^* sono le coordinate finali, x, y, z le coordinate iniziali e la matrice T (4x4) è:

$$T = \begin{vmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ h & i & j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

dove la submatrice R (3x3) formata dai termini a, b, c, d, e, f, h, i, j è:

$a = \cos\alpha \cdot \cos\beta$
$b = \sin\alpha \cdot \cos\beta$
$c = -\sin\beta$
$d = -\sin\alpha \cdot \cos\gamma + \cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma$
$e = \cos\alpha \cdot \cos\gamma + \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma$
$f = \cos\beta \cdot \sin\gamma$
$h = \sin\alpha \cdot \sin\gamma + \cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma$
$i = -\cos\alpha \cdot \sin\gamma + \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma$
$j = \cos\beta \cdot \cos\gamma$

Per quanto riguarda il fattore di scala, analogamente a quanto visto nel piano le coordinate finali trasformate del generico punto, una volta applicati i tre fattori di scala ai tre assi (Sx, Sy, Sz), sono:

$$[x^* y^* z^* 1] = [x\ y\ z\ 1] \begin{vmatrix} Sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Il termine s nella posizione (4,4) della matrice iniziale ha funzione di fattore di scala su tutte le coordinate dei punti del data-base, se considerato.
Per quanto riguarda la traslazione nello spazio a 3 D, occorre sommare il valore della traslazione secondo ciascuno degli assi alle rispettive coordinate iniziali del punto per ottenere le coordinate trasformate. Nella matrice iniziale i tre termini l, m, n, rappresentano le traslazioni secondo l'asse x, y, z.

$$[x^* y^* z^* 1] = [x\ y\ z\ 1] \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ l & m & n & 1 \end{vmatrix}$$

La matrice delle trasformazioni T può quindi essere considerata l'effetto della conseguenza delle tre trasformazioni di rotazione, scala e traslazione. È quindi utile disporre della matrice T in forma compatta in modo tale che i suoi termini contengano i parametri di ciascuna delle trasformazioni operate; applicandola alle coordinate del generico punto si ottengono le coordinate trasformate in accordo con:

$$[x^* y^* z^* 1] = [x\ y\ z\ 1] \cdot T$$

$$T = R\ \widetilde{S}\ L\ ^{(*)}$$

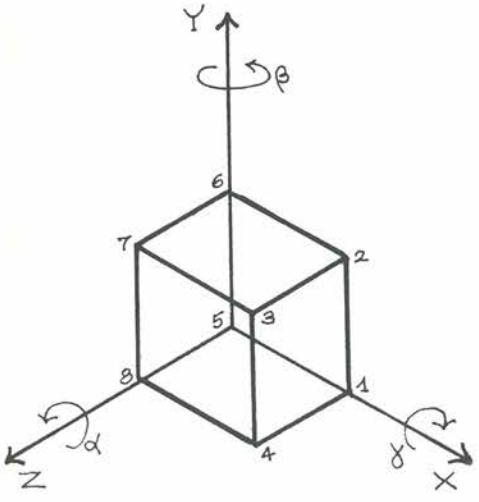
dove R indica la matrice delle rotazioni, S quella dei fattori di scala e L quella della traslazione.

---

* l'accento circonflesso indica il prodotto tra matrici, indicate dalle lettere maiuscole.

5.6
La restituzione assonometrica

La proiezione assonometrica, correntemente detta assonometria, è un tipo di restituzione utilizzata spesso nelle varie branche dell'ingegneria, della comunicazione visiva e della computer grafica per rappresentare semplicemente oggetti.
Considerando la matrice (4x4) delle trasformazioni, l'assonometria è quella trasformazione affine nella quale i termini dell'ultima colonna devono essere 0 0 0 1 e tale che il determinante della matrice sia uguale a 0.
Esistono vari tipi di assonometria, quella trimetrica, dimetrica, isometrica, cavaliera, etc., esse possono essere ottenute tramite rotazione dell'oggetto nel riferimento cartesiano ed ulteriore proiezione da un punto all'infinito dell'oggetto stesso sul piano di proiezione.
La proiezione di un oggetto su uno dei piani del riferimento cartesiano si ottiene quando la colonna del piano di proiezione nella matrice delle trasformazioni è composta da tutti 0. Questi tipi di proiezione si chiamano proiezioni ortogonali.
SI consideri per esempio il riferimento:



con la figura disegnata e si pensi di volere eseguire un'assonometria che diminuisca ugualmente le dimensioni di ciascun asse a seguito della proiezione: assonometria isometrica. Si vuole peraltro proiettare l'oggetto sul piano x, y cioè con $z = 0$.
Poiché la proiezione assonometrica è ottenibile da una combinazione di rotazioni seguite da una proiezione da un punto all'infinito, si pensi di operare una rotazione dell'oggetto dapprima intorno all'asse y e poi intorno all'asse x.
La matrice delle rotazioni in questo caso sarà

$$T = \begin{vmatrix} \cos\beta & \sin\beta\,\sin\gamma & -\sin\beta\cos\gamma & 0 \\ 0 & \cos\gamma & \sin\gamma & 0 \\ \sin\beta & -\cos\beta\,\sin\gamma & \cos\beta\,\cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Consideriamo ora il vettore unitario sull'asse della x [1 0 0 1] moltiplicandolo per la matrice T si otterranno le coordinate trasformate

$$x^* = \cos\beta$$
$$y^* = \sin\beta\,\sin\gamma$$

poiché pensiamo di proiettare sul piano con $z = 0$ possiamo ignorare le coordinate z^*. Dalle precedenti deriva che il vettore unitario sull'asse delle z ha un valore di

$$z^* = \sqrt{x^{*2} + y^{*2}} = \sqrt{\cos^2\beta + \sin^2\beta\,\sin^2\gamma}$$

Considerando il valore unitario sull'asse delle y [0 1 0 1] e trasformandolo

$$x^* = 0$$
$$y^* = \cos\gamma$$

da cui $\quad z^{*2} = \cos^2\gamma$

Considerando poi il vettore unitario sull'asse delle z [0 0 1 1] e trasformandolo

$$x^* = \sin\beta$$
$$y^* = -\cos\beta\,\sin\gamma$$

da cui $\quad z^{*2} = \sqrt{\sin^2\beta + \cos^2\beta\,\sin^2\gamma}$

Prendendo le equazioni precedenti 2 a 2 si otterrà:

$$\cos^2\gamma = \cos^2\beta + \sin^2\beta \sin^2\gamma$$
$$\cos^2\gamma = \sin^2\beta + \cos^2\beta \sin^2\gamma$$

trasformabili in:

$$-\sin^2\gamma = -\sin^2\beta + \sin^2\beta \sin^2\gamma$$
$$1 - \sin^2\gamma = \sin^2\beta + (1-\sin^2\beta) \cdot \sin^2\gamma$$

cioè in:

$$\sin^2\gamma = \sin^2\beta\ (1-\sin^2\gamma)$$
$$1 - 2\sin^2\gamma = \sin^2\beta\ (1 - \sin^2\gamma)$$

cioè in:

$$\sin^2\beta = \frac{\sin^2\gamma}{1 - \sin^2\gamma}$$

$$\sin^2\beta = \frac{1 - 2\sin^2\gamma}{1 - \sin^2\gamma}$$

risolvendo si ottiene che $\gamma = 35{,}26439°$ e che $\beta = 45°$.
Qualora si voglia conoscere l'angolo che l'asse x proiettato forma con la orizzontale basterà calcolare

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{\sin\beta \sin\gamma}{\cos\beta} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\Phi = 30°$$

l'angolo formato dall'asse x proiettato, con la verticale è quindi di 60°. Del resto questo era un risultato scontato in quanto disegnamo l'assonometria isometrica con la squadra di 30°/60°.

5.7
La restituzione prospettica

L'assonometria viene chiamata in gergo anche falsa prospettiva in quanto fornisce una visione che pur non essendo prospettica dà l'illusione tridimensionale.
La prospettiva è certamente il sistema migliore per fornire all'osservatore la fruizione di un oggetto.
Una trasformazione prospettica può essere attuata tramite una matrice di trasformazione (4x4) del tipo:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

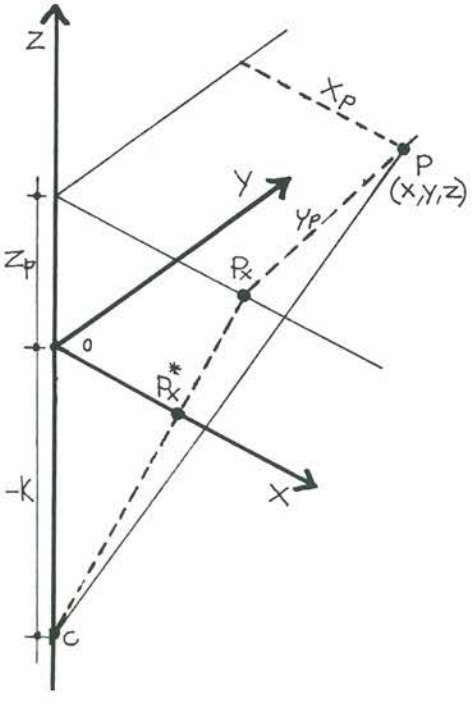
Questa matrice proietta sul piano $z = 0$ le coordinate di un generico punto x, y, z in modo tale che le coordinate finali sono:

$$x^* = \frac{x}{rz + 1}$$

$$y^* = \frac{y}{rz + 1}$$

$$z^* = 0$$

Una trasformazione di tal genere lascia l'origine invariata e tramite essa si ottiene nello spazio una situazione del tipo:



Per i triangoli simili $O'CP_x$ e OCP^*_x si ottiene che:

$$\frac{x^*}{k} = \frac{x}{z + k}$$

$$x^* = \frac{x}{\left(\frac{z}{k} + 1\right)}$$

analogamente risulta che:

$$y^* = \frac{y}{\left(\frac{z}{k} + 1\right)}$$

ma poiché

$$x^* = \frac{x}{rz + 1}$$

di deduce che:

$$r = \frac{1}{k}$$

Si può quindi concludere che una trasformazione operata da una matrice del tipo:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/k \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

produce una proiezione sul piano $z = 0$ da un centro di proiezione di coordinata $-k$ posizionato sull'asse delle z.
È quindi ovvio che al tendere di k all'infinito e quindi del termine r a zero la trasformazione prospettica tende a diventare una assonometria, come già precedentemente rilevato.
Nella trasformazione prospettica l'origine rimane invariata mentre il punto all'infinito sull'asse delle z, di coordinate omogenee [0 0 1 0] si trasforma in [0 0 1/r 1], in accordo con:

$$[0\ 0\ 1\ 0] \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & r \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = [0\ 0\ 1/r\ 1]$$

Il che significa che il semiasse infinito delle z compreso tra $0 \leqslant z \leqslant +\infty$ viene trasformato in un segmento finito con $0 \leqslant z \leqslant 1/r = k$. Ciò vuol dire che tutte le rette parallele all'asse z dovranno passare per il punto di fuga individuato dalle coordinate omogenee [0 0 1/r 1] e coordinate cartesiane (0, 0, k).
Nella figura precedente viene quindi individuata una proiezione sul piano $z = 0$ con centro di proiezione di coordinate (0, 0, −k) e punto di fuga di coordinate (0, 0, k).
Analogamente per avere un punto di fuga sull'asse delle y si dovrà usare una matrice del tipo:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & q \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

e per avere un punto di fuga sull'asse delle x una matrice del tipo:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & p \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Per avere due punti di fuga, uno sull'asse delle x ed uno sull'asse delle y una matrice del tipo:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & p \\ 0 & 1 & 0 & q \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

in questo caso le coordinate dei due punti di fuga saranno [1/p 0 0 1] e [0 1/q 0 1] rispettivamente sull'asse delle x e delle y.
È opportuno ricordare che la trasformazione prospettica può essere preceduta da un qualunque numero di trasformazioni affini, in coordinate omogenee.
Questo è particolarmente importante in computer grafica, dove il problema che si pone all'utilizzatore è quello di fare apparire una figura in modo tale che sia gradevole e densa di informazioni.
È quindi opportuno spesso fare precedere l'operazione di trasformazione prospettica da trasformazioni di altro genere cosicché, posizionando opportunamente la figura nel riferimento ed applicando la restituzione prospettica, si ottenga quanto desiderato.

Alcune note sulle matrici

Ho ritenuto opportuno, a solo titolo esemplificativo fornire un qualche ragguaglio sulle matrici e su alcune operazioni che vengono utilizzate nella trattazione del capitolo 5°.
Una matrice è una tabella rettangolare di numeri che prendono il nome di elementi della matrice. Gli elementi formano le righe e le colonne della matrice e tramite esse vengono individuati. Una matrice con lo stesso numero di righe e di colonne viene detta matrice quadrata.
Considerando ad esempio una matrice quadrata di tre righe e tre colonne, cioè di nove elementi, essa viene indicata come segue:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Ogni elemento viene individuato da una indicazione nella sua parte inferiore destra che riporta il numero della riga e della colonna nella quale giace il singolo elemento. In tal modo è possibile individuare univocamente ciascun elemento.
Una matrice si indica tramite il numero delle righe ed il numero delle colonne. La matrice dell'esempio precedente è una matrice di 3x3, ovvero quadrata di ordine 3.
Una matrice di nxm è una matrice di n righe per m colonne.
Gli elementi della matrice che giacciono sulla diagonale principale e che sono individuati dallo stesso indice di riga e di colonna si dicono elementi diagonali della matrice quadrata.
La matrice nulla è quella matrice nella quale tutti gli elementi sono uguali a zero.
La matrice unitaria è una matrice quadrata dove tutti gli elementi sono uguali a zero ad esclusione degli elementi della diagonale i quali sono uguali ad 1.
Due matrici sono uguali solo se ciascun elemento dell'una è uguale al corrispondente elemento dell'altra: se sono cioè identiche.
Si può effettuare la somma o la sottrazione tra matrici solo se hanno lo stesso numero di righe e di colonne. In tal caso si effettua la somma o sottrazione tra ogni elemento della prima matrice ed il corrispondente elemento della seconda.
La moltiplicazione tra due matrici delle quali la prima è (n_1 x m_1) e la seconda (n_2 x m_2) si può effettuare solo se il valore di m_1 (numero delle colonne della prima) è uguale ad n_2 (numero delle righe della seconda).
Effettuando la moltiplicazione si otterrà una matrice prodotto, di tipo n_1 x m_1 (numero righe x numero colonne), dove ogni elemento è uguale alla somma del prodotto di ciascun elemento di ogni riga della prima matrice per il corrispondente elemento di ciascuna colonna della seconda.
Considerando allora una matrice di 2 x 3 ed una di 3 x 3 esse sono tra loro moltiplicabili, il loro prodotto è una matrice di 2 x 3 con gli elementi definiti come segue:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} + a_{13}b_{31} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} + a_{13}b_{32} & a_{11}b_{13} + a_{12}b_{23} + a_{13}b_{33} \\ a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} + a_{23}b_{31} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} + a_{23}b_{32} & a_{21}b_{13} + a_{22}b_{23} + a_{23}b_{33} \end{vmatrix}$$

La moltiplicazione tra matrici non contempla la proprietà commutativa vale a dire che se A e B sono due matrici il prodotto AB non è uguale al prodotto BA.
È quindi importante notare come nelle operazioni eseguite nel cap. 5° l'ordine in cui si effettuano le moltiplicazioni è essenziale.
Per le matrici valgono peraltro le proprietà distributiva ed associativa cosicché:
$A(B + C) = AB + AC$
ed
$A(BC) = (AB)\,C$

Glossario

Analogico: Riferito alla rappresentazione e misurazione del funzionamento di un sistema, tramite la variazione continua di entità fisiche.

Ascii: **A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange.

C.A.D.: **C**omputer **A**ided **D**esign.

C.A.M.: **C**omputer **A**ided **M**anufacture.

Chip: piccolo pezzo di cristallo di materiale semiconduttore contenente generalmente un circuito integrato.

Clipping: termine in meccanica usato per "sbavatura". In computer grafica indica quelle procedure tramite le quali è possibile fare apparire sullo schermo solo alcune parti di oggetti troppo grandi per essere contenuti interamente nello schermo.

C.O.M.: **C**omputer **O**utput **M**icrofilm. Vedi Cap. relativo alle periferiche di output: plotters.

Computer graphics: computer grafica.

C.P.U.: **C**entral **P**rocessing **U**nit.

C.R.T.: **C**athode **R**ay **T**ube, tubo a raggi catodici.

D.D.A.: **D**igital **D**ifferential **A**nalyzer, algoritmo utilizzato per disegnare linee e curve su C.R.T. tramite l'analisi delle loro equazioni differenziali.

Digitale: riferito all'uso di segnali discreti per rappresentare dati in forma di numeri o caratteri.

Digitizer: apparecchiatura di input in grado di tradurre la posizione di un puntatore in dati digitali.

Display: indicatore; può essere anche sinonimo di C.R.T. e di video grafico. Indica in generale la periferica in grado di comunicare messaggi all'utente.

Dot: punto. Si indica con esso il singolo punto generato su un display televisivo (cfr. pixel).

Drum: tamburo. Indica la parte di alcuni plotters nella quale si adagia la carta sulla quale il disegno viene effettuato.

D.V.S.T.: **D**irect **V**iew **S**torage **T**ube, sistema utilizzato in alcuni videografici. Si basa sulla emissione di elettroni, sul loro convogliamento tramite pennello e sull'eccitamento di fosfori disposti su di uno schermo di fronte all'utilizzatore (vedi Storage).

E.D.P.: **E**lectronic **D**ata **P**rocessing, elaborazione elettronica dei dati.

Ergonomia: scienza che studia l'adattamento del posto di lavoro e/o di vita alle condizioni dell'utilizzatore.

Flat-Bed: letto piano. Indica un certo tipo di plotters, caratterizzato da un piano di lavoro sul quale si svolgono le operazioni di disegno.

Firmware: parti fatte dalla casa produttrice, software residente, generalmente in R.O.M..

Flickering: sfarfallio, problema che può insorgere in alcuni C.R.T. dove l'immagine non rimane ferma e si muove.

Hardcopy: documento in una forma tale da potere essere manipolato e letto senza l'aiuto di apparecchiature, prodotto in conformità di quanto mostrato su periferiche.

Hardware: (cose dure) componenti che costituiscono le apparecchiature di un sistema computerizzato.

Informatica: scienza e tecnologia del trattamento ed elaborazione dell'informazione (vedi anche EDP).

Interazione/Interattivo: azione dell'uno sull'altro, azione reciproca tra due soggetti. In computer grafica l'integrazione si svolge generalmente tra l'utente e le periferiche.

Interfaccia: circuiti di controllo che provvedono la connessione tra un'unità centrale e le periferiche.

Interlace: interlacciamento. Tecnica utilizzata in TV per formare un quadro video composto da due semiquadri.

Iterativo: (metodo, processo, ecc.): indica la ripetizione dell'azione.

Joystick: leva di governo. Apparecchiatura di input in grado di tradurre la posizione di una leva in segnali digitali.

L.C.: **L**iquid **C**ristal.

Light-pen: penna luminosa. Apparecchiatura di input con la quale è possibile interagire direttamente con lo schermo di un terminale.

Micro Computer: vedi Personal Computer.

Microprocessore: realizzazione di una unità centrale (C.P.U.) su di un unico chip o su di un piccolo numero di chip.

Monitor: apparecchiatura che esamina lo stato di un sistema per indicare ogni tipo di deviazione da alcune prescritte operazioni (vedi anche Terminale - Terminale videografico).

Periferica: (unità): dispositivo che può operare sotto il controllo di un computer. Si individuano generalmente tre tipi principali di periferiche: di input, di output e di stoccaggio.

Periferica di Input: dispositivo che permette di comunicare tra utilizzatore e computer, in modo tale che esso possa eseguire i comandi ricevuti e le informazioni avute.

Periferica di output: dispositivo in grado di presentare informazioni all'utilizzatore in maniera tale che possano essere esaminate e comprese.

Personal computer: apparecchiatura dotata di microprocessore singolo, di costo limitato e dedicata all'uso personale dell'utente.

Piping: convogliare a mezzo di tubature. In computer grafica si indica con questo termine la possibilità data dal firmware o software di eseguire progetti e verifiche di elementi lineari continui (tubi, linee elettriche, percorsi, etc.) in maniera interattiva.

Pixel: parola derivata da picture ed element. Indica l'elemento primitivo dell'informazione video al quale è possibile accedere in maniera digitale ed analogica.

Plotter: plotting instrument, disegnatore, restitutore, strumento restitutore. Apparecchiatura di output in grado di trasformare informazioni digitali in output analogici realizzati con tratto continuo su supporti di tipo diverso.

Printer: apparecchiatura per stampare, stampante. Apparecchiatura di output che converte le informazioni digitali in

informazioni alfanumeriche e/o grafiche, stampate.

Raster: rastrello, vedi Raster Scan.

Raster scan: sistema di creazione dell'immagine su alcuni C.R.T.. Un fascio di elettroni spazza lo schermo dall'alto in basso ed ha la possibilità di eccitare alcuni punti opportunamente selezionati che formano l'immagine voluta. (Vedi Refresh).

Refresh: rinfresco, sistema di mantenimento dell'immagine sul video tramite ripetizione della stessa immagine.

Remote sensing: vedi telerilevamento.

R.G.B.: **R**ed **G**reen **B**lu colori fondamentali nella sintesi additiva usata nei C.R.T. a colori.

Risoluzione: il più piccolo intervallo tra due valori adiacenti che possono essere distinti l'uno dall'altro. In videografica si intende il numero di punti indirizzabili su C.R.T.; viene generalmente espressa con la notazione N. punti orizzontali x N. punti verticali.

R.O.M.: **R**esident **O**nly **M**emory. Componente elettronico nel quale le informazioni vengono memorizzate in maniera permanente.

Shape: forma, figura.

Sistema informativo: generalmente utilizzato per indicare tutte le operazioni e procedure usate nel processare i dati.

Software: cose morbide, non fisiche, programmi che possono essere utilizzati su di un particolare (sistema di) computer.

Storage: (immagazzinamento) sistema di mantenimento dell'immagine sul video tramite eccitamento dei fosfori disposti sullo schermo. L'immagine una volta prodotta sullo schermo viene su di esso ritenuta.

Stroke: colpo, termine usato nei sistemi video che impiegano la tecnica per vettori.

Telerilevamento: è la scienza e l'arte dell'acquisire informazioni di oggetti materiali mediante misurazioni fatte a distanza senza che intervenga un contatto fisico. Pertanto la misurazione deve avvenire misurando l'energia trasmessa mediante onde elettromagnetiche (vedi Remote Sensing).

Terminale: qualunque punto dal quale i dati possono essere immessi o ottenuti in un sistema di comunicazione dati.

Terminale videografico: (B/N e a colori): dispositivo per visualizzare su C.R.T. informazioni alfanumeriche e grafiche.

Time sharing: sistema nel quale un'apparecchiatura viene usata contemporaneamente per eseguire due o più operazioni. L'esecuzione delle operazioni avviene ad altissima velocità cosicché ciascun utente ha l'impressione di usufruire da solo dell'apparecchiatura.

Track-ball: attrezzatura di input simile al joystick, in grado di tradurre la posizione di una sfera manovrata dalla mano in segnali digitali.

Bibliografia

1. *Anamorphoses - Games of perception and illusion art,* Harry N. A., Abrams, Inc. Publishers - New York 1976. (Catalogo di mostra).
2. **ARCHITECTURE MACHINE GROUP,** *Spatial data management,* Massachusetts Institute of Technology 1979.
3. **AUERBACH STAFF,** *Auerbach on alphanumeric displays,* Auerbach Publishers Inc. - Princeton 1971.
4. **BEAUJEU J. - GARNIER J.,** *Trattato di Geografia Urbana,* Marsilio editore - Padova 1970.
5. **BITZER D.L.,** *Computer assisted education,* in Mc Graw-Hill, Encyclopedia of Science and Technology, Year Book 1973.
6. **BOLT, R.A.,** *Spatial Data-Management,* DARPA Report. MIT, Architecture Machine Group - Cambridge, MA, March 1979.
7. **BOLT R.A.,** *Put - "That-There" voice and gesture at the graphic interface,* Siggraph 1980 Proceedings, 1980 ACM, Inc.
8. **BRUCE W. Arden,** editor *What can be automated? The computer science and engineering research study,* MIT Press - Cambridge Massachussetts 1980.
9. **CASTELMAN K.R.,** *Digital Image Processing,* Prentice Hall Inc., 1979.
10. **CHANDOR A.,** *A dictionary of computers,* Penguin books, London, 1975.
11. **CHASE W.T.,** *Science in art,* in Mc Graw-Hill - Encyclopedia of Science and Technology, Year Book 1972.
12. **DAVIS, M.R. and ELLIS T.O.,** *The RAND tablet: a man machine Graphical Communications Device,* Proc. AFIPS FJCC 1964.
13. **DERTOUZOS M.L., JOEL MOSES,** editors *The computer age: a twenty-year view,* MIT Press Cambridge, Massachusetts 1979.
14. **Digital Plotting Newsletter,** - 1962 et segg., California Computer Products
15. **Encyclopedia of Science and Technology,** Mc Graw-Hill, vedi *Computer Graphics,* pagg. 392 et segg.
16. **FILIPPAZZI F.,** *L'evoluzione dell'informatica: aspetti tecnologici,* in "L'informatica oggi", Honeywell Information Systems Italia, Aprile 1978.
17. **FIORENTINO G.,** *Enciclopedia della informatica,* Nicola Teti & C. Editore srl Milano, 1979.
18. **GATTI G.C.,** *Sistemi di stampa da elaboratore,* in "Quaderni di informatica" N. 1, 1976.
19. **GATTI G.C.,** *Sistemi di stampa da elaboratore,* in "Quaderni di informatica" N. 1, 1977.
20. **GATTI G.C.,** *Sistemi di stampa da elaboratore,* da "L'informatica Oggi", Honeywell Information Systems Italia, Aprile 1978.
21. **GILOI W.K.,** *Interactive computer graphics/Data structures, algorithms, languages,* Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1978.
22. **GOETHE-Institut,** *Architetto e computer,* catalogo di mostra, Goethe - Institut, Munchen 1978
23. **GOLEMAN D.,** *Conversazione con Karl Pribram,* in "Psicologia Contemporanea", Gennaio Febbraio 1980 N. 37.
24. The Harvard newsletter on computer graphics - *1980 directory of computer graphics suppliers* - Harvard University 1980.
25. **HOHENSTEIN L.,** *Computer peripherals for minicomputers, microprocessors and personal computers,* Mc Graw Hill Inc. 1980.
26. **HOPKINS A.A.,** *Magic stage illusions and scientific diversions,* Benjamin Blom Publisher, New York 1897.

27. **Laboratory for Computer graphics and Spatial Analysis,** *Computer Mapping in Natural Resources and the Environment,* Harvard University, 1979.
28. **Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis,** *Thematic Map Design,* Harvard University, 1979
29. **Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis.** *Mapping Software and Cartographic Data Base*, Harvard University, 1979
30. **Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis -** *LAB-LOG 1980* - Harvard College - Cambridge Massachusetts 1980.
31. **LEWIN N.H.,** *An Introduction to the computer graphic terminals,* in Proceedings of the IEEE, September 1967.
32. **LIPPMAN A.,** *Movie maps: an application of the optical videodisc to computer graphics* in "Architecture Machine Group MIT", Cambridge paper for SIGGRAPH.
33. **LODI P. - ROSSI M.,** *Le stampanti seriali ad impatto,* in "Quaderni di informatica" N. 2, 1980. Honeywell Information Systems Italia.
34. **LUCIDO A.P.,** *An overview of direct beam graphics display hardware,* in "Computer" November 1978.
35. **MACHOVER C.,** *A brief, personal history of computer graphics,* in "Computer" November 1978.
36. **MACHOVER C. - BLAUTH R.E.,** *The CAD/CAM Handbook,* Computer Vision Corp., Bedford Massachusetts 1980.
37. **MANN W.R., COONS S.A.,** *Computer Aided Design,* in Mc Graw-Hill Encyclopedia of Science and Technology, Year Book 1965.
38. **Mc MURTRY G.J. - BORDEN F.Y. - WEEDEN H.A. - PETERSEN G.W.,** *The Penn State ORSER System for processing and analyzing Erts and Other MSS data* - NTIS: E 74-10573.
39. *Manuale dell'architetto,* CNR, USIS Roma 1946.
40. Manuali tecnici, *Aydin Corporation.*
41. **MARCOLLI A.,** *Teoria del campo 1 - Corso di Educazione alla visione,* Sansoni Editore spa, Firenze 1971.
42. **MARCOLLI A.** *Teoria del campo 2 - Corso di metodologia della visione,* Sansoni Editore spa, Firenze 1978.
43. **MITCHELL J.W.,** *Computer-Aided architectural design* - Mason/Charter Publishers Inc., New York, 1977.
44. **MYERS W. W.,** *Interactive computer graphics: poised for takeoff?,* in "Computer" January 1978.
45. **NEGROPONTE N.** *The Media Room,* in "Report for ONR and DARPA", MIT Architecture Machine Group, Cambridge, MA, December 1978.
46. **NEWMAN M.W. - SPROULL F.,** *Principles of interactive computer graphics*, Mc Graw Hill Inc., 1979 second edition.
47. **OHLSON M.,** *System design considerations for graphics input devices*, in "Computer", November 1978.
48. **OLSON D.R.,** *Language and thought: Aspects of a cognitive theory of semantics,* in "Psychological Review" 77, 1970.
49. **OTTONE F.,** *Il controllo numerico delle macchine utensili,* Etas Kompass Milano, 1971.
50. **PHILLIPS R.L.,** *Computer graphics and environmental systems* in "Proceedings of the IEEE" April 1974.
51. **PIERCE J.R.,** *La teoria dell'informazione,* EST Mondadori, Milano, 1963.

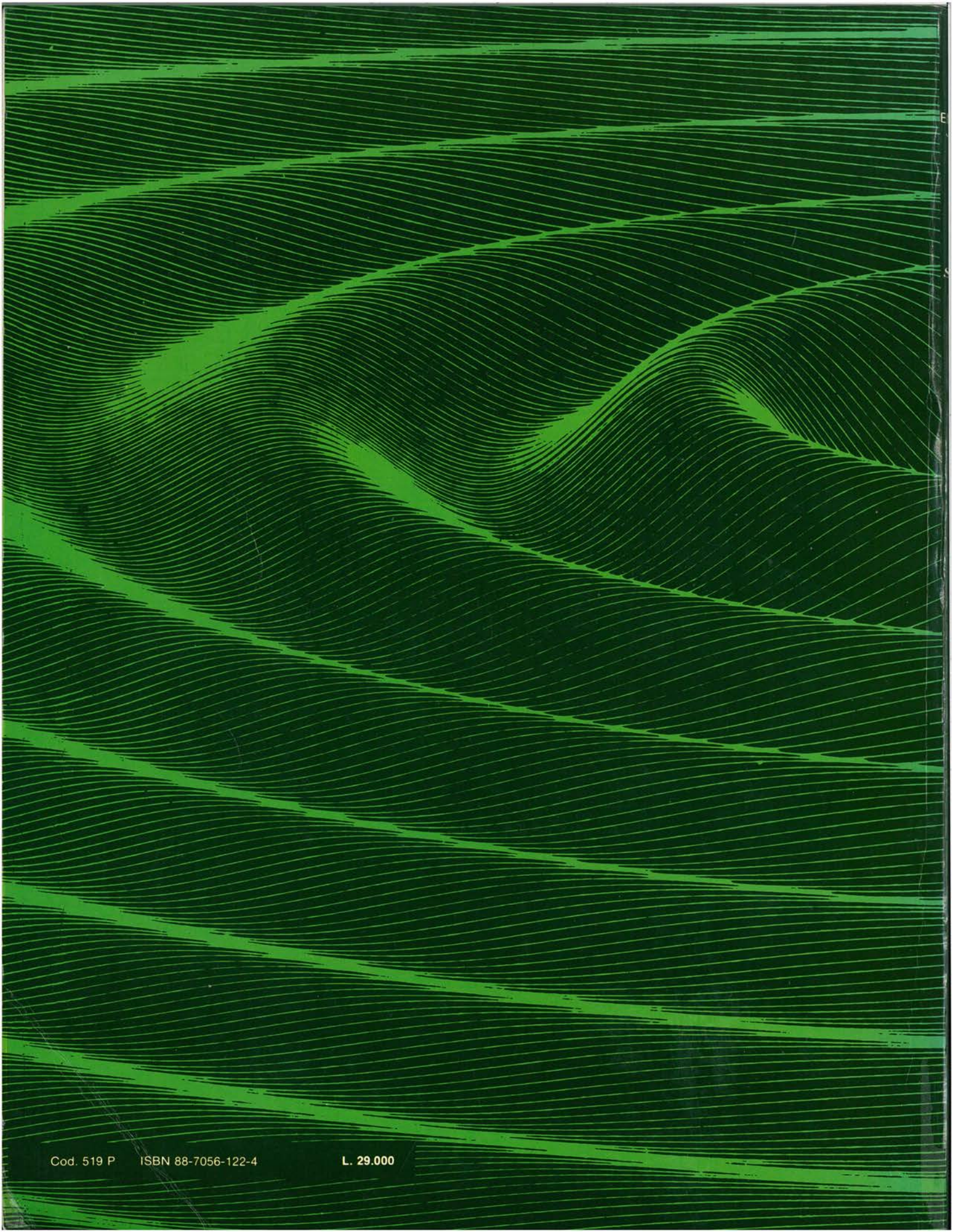
52. **POLISTINA A.**, *Teoria del colore e mapping interattivo. Introduzione al sistema PLAYMAP*, in Pixel N. 2, 1980.
53. **PREISS R.B.**, *Storage CRT display terminals: evolution and trends* in "Computer", Nov. 1978.
54. **REDDY D.R.**, *Speech recognition by machine: a review,* in "Proceeding of the IEEE" 64 4 (April 1976).
55. **REICHARDT J.**, *The computer in art,* Studio Vista, London - Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1971
56. **Rivista IBM**, *Supplemento al N. 4/1976, Calcolatore e immagine: storia, lessico, esperienze, punti di vista,* - IBM Italia.
57. **ROBERTS L.G.**, *The Lincoln Wand,* Proc AFIPS FJCC 1966.
58. **ROBINSON A.L.**, *More people are talking to computers as speech recognition enters the real world. (Research News) (First of two articles),* in "Science", 16 February 1979.
59. **ROGERS F. - ADAMS A.J.** *Mathematical Elements for Computer Graphics*, Mc Graw-Hill Book Company, 1976.
60. **SALVEMINI M.**, *Il microcomputer grafico non e un lusso in "GO" N. 1977.*
61. **SALVEMINI M.**, *La computer grafica: sistema automatico per aiutare a prendere decisioni* in "Notiziario di informatica della Camera dei Deputati,, N. 6 Dicembre 1978.
62. **SALVEMINI M.**, *Mapping and land-use classification of urban areas of Rome and Milan by Landsat MSS data* "ORSER Technical Report, The Pennsylvania State University" August 1978.
63. **SALVEMINI M.**, *Note sul Remote sensing* in "L'ecosistema urbano", Dedalo Editore Bari, 1978.
64. **SALVEMINI M.**, *Il telerilevamento come tecnica della pianificazione fisica ed economica del territorio* in "Autostrade", Roma, n. 11 1978.
65. **SALVEMINI M.**, *Il contenuto informativo delle mappe tematiche,* 1° Conferenza nazionale sulla cartografia, Firenze, aprile 1979.
66. **SALVEMINI M.**, *Un sistema informativo per la gestione delle aree metropolitane basato sull'immagine* in "Autostrade" N. 2 1979.
67. **SALVEMINI M.**, *Computer grafica con un minisistema* in "Bit" N. 5, 1979.
68. **SALVEMINI M.**, *Il digitizer: una periferica per computer-grafica:* in "Bit" N. 3, 1980.
69. **SALVEMINI M.**, *L'elaborazione dell'immagine nell'informatica territoriale* in Quaderni di informatica N. 2, 1980, Honeywell Information System Italia.
70. **SALVEMINI M.**, *Che cosa è la business grafica,* in Bit n. 25, 1982.
71. Science Accessories Corp.: *Graf/pen Sonic Digitizer*, Southport Connecticut, 1970.
72. **SONDEHEIMER N.K.**, *Spatial reference and natural-language machine control,* in International Journal of Man-Machine Studies, 3 1976.
73. **SPROULL R.F. - SUTHERLAND I.E.**, *A clipping divider* conf. Proceedings Fall Joint Computer Conference, 1968 AFIPS Press.
74. **SUTHERLAND I.E.**, *Sketchpad: A man-machine graphical communication system,* Massachusetts Institute of Technology - Lincoln Laboratory, January 1963.
75. **TAKEUCHI H. - SCHMIDT A.H.**, *New promise of computer graphics*, "Harvard Business Review", January-February 1980.
76. **TEICHOLZ H.**, *Geographic Information systems: the ODYSSEY project,* Laboratory for Computer graphics and Spatial Analysis, Harvard 1980.
77. **TEIXEIRA J.F. - SALLEN R.P.**, *The Sylvania Tablet: A new approach tog raphic data input*, Proc. AFIPS SJCC 1968.

78. Texas Instruments Learning Center: *Understanding solid-state electronics,* Texas Instruments Inc., Dallas, Texas, 1978.

79. YOUNG C. - URDANG L. - ASSOCIATES LTD, *The new Penguin dictionary of electronics,* Penguin books, London 1979.

80. WEINZAPFEL G., *Mapping by yourself - A multimedia paradigm for computer based geographics* - Interactive Techniques in computer aided design, ACM Italian Chapter. International conference and exhibition september 21/23 1978 Bologna Italy

81. WINSTON P., *Learning structural descriptions from examples* in MIT Project MAC, 1970.



Cod. 519 P ISBN 88-7056-122-4 **L. 29.000**

GRUPPO EDITORIALE JACKSON

Mauro Salvemini

COMPUTER GRAFICA

Introduzione alle tecniche automatiche di rappresentazione

66